



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA Y CALIDAD DEL EQUIPO INSTALADO  
EN LA FÁBRICA DE SÚPER HIELOS DE GUATEMALA S. A.**

**Erick Osberto del Valle González**

Asesorado por el Ing. Oscar Ernesto Jurado Godoy

Guatemala, mayo de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA Y CALIDAD DEL EQUIPO INSTALADO  
EN LA FÁBRICA DE SÚPER HIELOS DE GUATEMALA S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ERICK OSBERTO DEL VALLE GONZÁLEZ**

ASESORADO POR EL ING. OSCAR ERNESTO JURADO GODOY

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MAYO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

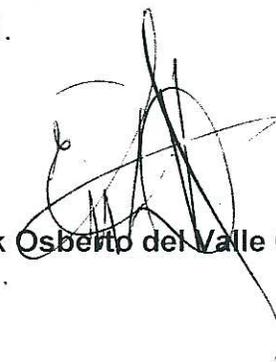
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arriaza Martínez
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA Y CALIDAD DEL EQUIPO INSTALADO EN LA FÁBRICA DE SÚPER HIELOS DE GUATEMALA S. A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 18 octubre de 2011.

  
Erick Osberto del Valle González

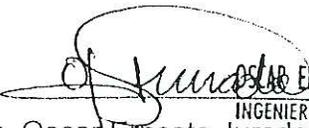
Guatemala, 30 de Octubre de 2013

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
Director de Escuela de Mecánica Industrial

Estimado Ingeniero:

Como asesor del Trabajo de Graduación titulado **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA Y CALIDAD DEL EQUIPO INSTALADO EN LA FÁBRICA DE SUPER HIELOS DE GUATEMALA SA**, presentado por el estudiante universitario **Erick Osberto del Valle González**, hago constar que tuve a la vista el informe final de tesis y considero que cumple con todos los requisitos necesarios para su aprobación debido a que será de gran utilidad para el área productiva del país como un ejemplo de la aplicabilidad del apoyo del ingeniero Mecánico Industrial a la misma.

Atentamente,

  
OSCAR ERNESTO JURADO GODOY  
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL  
Ing. Oscar Ernesto Jurado Godoy  
COLEGIADO No. 8604

Colegiado No 8604

Asesor



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA Y CALIDAD DEL EQUIPO INSTALADO EN LA FÁBRICA DE SUPER HIELOS DE GUATEMALA SA**, presentado por el estudiante universitario **Erick Osberto del Valle González**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Erwin Danilo González Trejo  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2014.

/mgp



REF.DIR.EMI.068.014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA Y CALIDAD DEL EQUIPO INSTALADO EN LA FÁBRICA DE SUPER HIELOS DE GUATEMALA S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Erick Osberto del Valle González**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“DID Y ENSEÑAR A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2014.

/mgp

Universidad de San Carlos  
de Guatemala

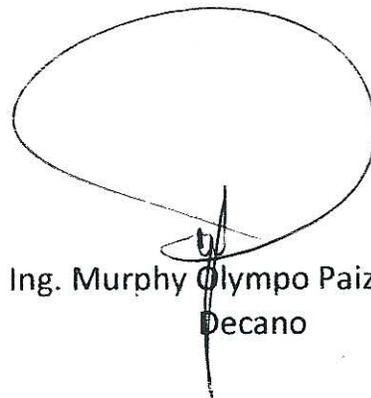


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 213.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA Y CALIDAD DEL EQUIPO INSTALADO EN LA FÁBRICA DE SÚPER HIELOS DE GUATEMALA, S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Erick Osberto del Valle González**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, 12 de mayo de 2014

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por guiar siempre mis pasos a lo largo de mi carrera y permitirme alcanzar esta meta.
- Mis padres** Aracely de Del Valle, Osberto del Valle por su amor, comprensión y ejemplo a lo largo de mi vida.
- Mis Hermanos** Marvin Rafael, Luis Fernando y Karen Lucia del Valle.
- Mis tíos** Evelyn García, Antonio Bosbelí Aguilar (q.e.p.d.), Carmen, José Eduardo y Alfredo del Valle, por su constante motivación y apoyo incondicional.
- Mis primos** En especial a Claudia del Valle, Víctor Eduardo del Valle, Anthony Aguilar Sarceño por su apoyo y los momentos compartidos.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**La Universidad de San  
Carlos de Guatemala,  
Facultad de Ingeniería**

La casa de estudios forjadora de mis ideales que me permitió alcanzar esta meta tan importante para mi vida.

**Colegio Salesiano Don  
Bosco**

Lugar de mi formación inicial y especialmente a San Juan Bosco por acompañarme a lo largo de mi vida estudiantil.

**Pbro. Lic. Warner  
Enrique Obando, sdb**

Por su ejemplo y enseñanza que amablemente me brindo desde mis primeros años de vida.

**Mis Padres**

Aracely y Osberto del Valle por su apoyo en todo momento de mi vida.

**Mi familia**

Gracias por su apoyo incondicional.

**Maestros**

Por compartirme sus valiosos conocimientos, sus consejos y experiencia a lo largo de la carrera.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN .....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.1. Empresa Súper Hielos de Guatemala S. A.....	1
1.1.1. Ubicación.....	1
1.1.2. Antecedentes.....	2
1.1.3. Valores .....	2
1.1.4. Misión .....	4
1.1.5. Visión.....	5
1.1.6. Organigrama.....	6
1.1.7. Producción.....	7
1.1.8. Descripción del equipo de la fábrica .....	8
1.1.8.1. Características.....	8
1.2. Marco teórico.....	9
1.2.1. Mantenimiento .....	9
1.2.1.1. Definición.....	9
1.2.1.2. Características.....	9
1.2.1.3. Tipos.....	10
1.2.1.3.1. Preventivo.....	11
1.2.1.3.2. Predictivo.....	12

	1.2.1.3.3. Correctivo.....	12
1.2.2.	Eficiencia y calidad equipos .....	12
	1.2.2.1. Importancia.....	13
	1.2.2.2. Métodos de evaluación.....	13
1.2.3.	Fábricas de hielo .....	15
	1.2.3.1. Características.....	15
	1.2.3.2. Generalidades del hielo.....	16
	1.2.3.3. Materiales.....	17
	1.2.3.4. Equipos .....	17
2.	SITUACIÓN ACTUAL .....	19
2.1.	Generalidades.....	19
2.2.	Metodología de evaluación .....	19
	2.2.1. Descripción.....	19
	2.2.2. Área de Administración .....	22
	2.2.2.1. Organigrama .....	23
	2.2.2.2. Descripción de puestos .....	24
	2.2.2.3. Clientes .....	26
	2.2.3. Área de producción .....	26
	2.2.3.1. Instalaciones .....	28
	2.2.3.2. Materia prima .....	32
	2.2.3.3. Control de calidad.....	32
	2.2.3.4. Proceso productivo.....	33
	2.2.3.5. Maquinaria y equipo .....	36
	2.2.3.6. Combustibles e insumos .....	37
	2.2.4. Área de mantenimiento .....	38
	2.2.4.1. Antecedentes .....	38
	2.2.4.2. Descripción.....	38
	2.2.4.3. Organización .....	39

	2.2.4.4.	Planificación.....	40
		2.2.4.4.1.	Asignación de tareas .... 40
		2.2.4.4.2.	Controles operativos..... 41
		2.2.4.4.3.	Recursos ..... 41
2.3.		Seguridad e higiene industrial .....	42
2.4.		Análisis de información.....	45
	2.4.1.1.	Tabulación de resultados.....	51
	2.4.1.2.	Diagnóstico situación actual .....	55
3.		PROPUESTA PARA EVALUAR LA EFICIENCIA Y CALIDAD DEL EQUIPO .....	57
3.1.		Descripción de la propuesta .....	57
3.2.		Objetivos de propuesta.....	58
3.3.		Importancia de cambios propuestos.....	59
3.4.		Consideraciones administrativas .....	59
	3.4.1.	Área de Producción .....	60
	3.4.2.	Área de Mantenimiento.....	60
	3.4.3.	Seguridad e higiene industrial.....	62
3.5.		Actividades propuestas.....	65
	3.5.1.	Descripción de actividades .....	65
		3.5.1.1.	Área de Producción .....
		3.5.1.2.	Área de Mantenimiento.....
		3.5.1.3.	Seguridad e higiene industrial.....
	3.5.2.	Diagrama de procesos propuesto.....	71
	3.5.3.	Instalaciones.....	72
3.6.		Controles operativos.....	74
3.7.		Actividades de capacitación personal fábrica .....	87
	3.7.1.	Taller introductorio propuesta (4 horas).....	88
	3.7.2.	Curso responsables (6 horas).....	88

3.8.	Costos de la propuesta .....	89
3.9.	Beneficios de cambios propuestos .....	90
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	91
4.1.	Metodología de implementación de propuesta para evaluación de la eficiencia y calidad del equipo .....	91
4.2.	Actividades preliminares .....	111
4.3.	Actividades correctivas.....	113
4.3.1.	Área Administrativa .....	113
4.3.2.	Área de Producción.....	114
4.3.3.	Área de Mantenimiento .....	115
4.4.	Actividades de capacitación .....	121
4.4.1.	Actividades según plan de capacitación.....	121
4.4.2.	Actividades complementarias.....	122
4.5.	Recursos necesarios implementación.....	122
4.5.1.	Administrativos .....	123
4.5.2.	Personal .....	123
4.6.	Costos de implementación de propuesta .....	123
5.	MEJORA CONTINUA .....	125
5.1.	Controles estadísticos (reportes de control, medición del desempeño, medición de la productividad) .....	125
5.2.	Auditorías .....	126
5.2.1.	Internas .....	126
5.2.2.	Externas .....	127
5.3.	Identificación de indicadores .....	128
5.4.	Retroalimentación (documentada) .....	129
5.4.1.	Registros históricos del programa de mantenimiento.....	129

5.4.2.	Registros factores que afectan al equipo.....	129
5.4.3.	Evaluación del consumo de energía eléctrica.....	130
CONCLUSIONES .....		133
RECOMENDACIONES .....		135
BIBLIOGRAFÍA.....		137



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Tipos principales de mantenimiento .....	11
2.	Organigrama de la empresa.....	24
3.	Vista de la entrada principal .....	29
4.	Ubicación y distribución de áreas.....	31
5.	Diagrama de proceso de producción de hielo .....	35
6.	Bodega de repuestos para mantenimiento.....	42
7.	Equipo contra incendios .....	45
8.	Gráfica consumo mensual energía eléctrica Área de Administración ..	53
9.	Gráfica consumo mensual energía eléctrica Área de Producción .....	54
10.	Gráfica consumo mensual agua potable Área de Producción.....	54
11.	Condiciones de estructura de la torre de enfriamiento .....	63
12.	Condición inseguras del piso en la Planta de Producción.....	64
13.	Diagrama de proceso propuesto .....	71
14.	Condición insegura de conexión eléctrica en el Área de Producción ...	72
15.	Iluminación de la Planta .....	73
16.	Equipo obsoleto en el Área de Producción .....	73
17.	Hoja de control para mantenimiento de compresor.....	78
18.	Hoja de control para mantenimiento de las instalaciones generales....	79
19.	Ficha para solicitud de orden de trabajo .....	83
20.	Ficha de trabajo para solicitud de repuestos y materiales.....	84
21.	Ficha de trabajo para el reporte semanal de mantenimiento preventivo.....	85
22.	Ficha de trabajo del registro de historial del equipo .....	86

23.	Ficha de registro de artículos de almacén .....	87
24.	Escala para el ratio de coeficiente de eficiencia energética para equipos fríos .....	109
25.	Formulario de supervisión de mantenimiento .....	127

## TABLAS

I.	Resumen personal y equipo Área Producción.....	28
II.	Resumen actividades control de calidad .....	33
III.	Secuencia de proceso de producción cubos de hielo .....	34
IV.	Descripción física del equipo instalado en la planta .....	36
V.	Distribución consumo de energía eléctrica Área Administrativa y Producción.....	37
VI.	Matriz actual de gestión de Seguridad Industrial .....	44
VII.	Matriz FODA.....	50
VIII.	Resumen consumo histórico energía eléctrica .....	52
IX.	Descripción perfil operario líder .....	61
X.	Puntos de medición de los parámetros de operación .....	75
XI.	Responsables de capacitación y cursos.....	88
XII.	Costos estimados para la ejecución del proyecto.....	89
XIII.	Análisis de equipos.....	105
XIV.	Evaluación de la eficiencia del equipo instalado producción real vs nominal por kWh disponible .....	111
XV.	Cronograma de actividades.....	112
XVI.	Descripción de puestos .....	114
XVII.	Calendarización del mantenimiento del equipo de producción .....	116
XVIII.	<i>Check list</i> de inspección diaria.....	117
XIX.	Actividades de capacitación.....	121
XX.	Recursos de personal .....	123

XXI.	Detalle de costos para evaluación de los equipos .....	124
------	--------------------------------------------------------	-----



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Área
<b>Q</b>	Caudal
<b><math>\lambda</math></b>	Conductividad térmica
<b><math>\rho</math></b>	Densidad aparente
<b>h</b>	Hora
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>KW</b>	Kilo watt
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>mg/l</b>	Miligramos por litro
<b>%</b>	Porcentaje
<b>RPM</b>	Revoluciones por minuto
<b>T</b>	Tonelada
<b>u</b>	Unidad



## GLOSARIO

<b>Amoníaco</b>	Compuesto químico, cuya molécula consiste en un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de hidrógeno (H).
<b>Amperaje</b>	Medición de la intensidad de corriente eléctrica.
<b>Color</b>	Impresión que los rayos de luz reflejados por un cuerpo producen en el sensorio común por medio de la retina del ojo.
<b>Condición insegura</b>	Se refiere a las fuentes físicas y mecánicas dentro del medio ambiente del trabajo causante de accidentes.
<b>Eficiencia</b>	Logro de los fines u objetivos con la menor cantidad de recursos.
<b>Equipo industrial</b>	Serie de recursos ya sea mobiliario, herramientas y enseres utilizados principalmente en la industria.
<b>Flujo luminoso</b>	Cantidad de iluminación medida en luxes.
<b>Mantenimiento</b>	Programación de revisión y conservación de un dispositivo.

<b>Máquina</b>	Conjunto de piezas o elementos móviles y fijos, cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía o realizar un trabajo.
<b>Potencia</b>	Cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo.
<b>Productividad</b>	Es la razón de la producción de bienes o servicios entre los insumos utilizados en un período definido, tomando en cuenta la calidad.
<b>Sistema</b>	Conjunto o serie de procesos relacionados entre sí.
<b>Temperatura</b>	Grado de mayor o menor calor en los cuerpos.
<b>Voltaje</b>	Diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos.

## RESUMEN

En el 2001 se fundó la empresa Súper Hielos de Guatemala S. A., la que en la actualidad se dedica a la producción de hielo en diferentes presentaciones, dentro de sus procesos de producción se deben realizar las siguientes actividades: abastecimiento, almacenamiento y control de la calidad del agua, producción de hielo, manejo, almacenamiento y distribución del producto terminado.

Debido al tiempo que tienen de haberse instalado y de funcionamiento de los equipos, es necesario evaluar su estado actual y rendimiento por medio de aplicación de las herramientas de ingeniería necesarias de acuerdo a las condiciones de la empresa, para así poder elaborar una propuesta para mejorar las condiciones de producción de la empresa. En el seguimiento de la propuesta se propone el uso de indicadores que permitan evaluar los resultados de su implementación.

Las hipótesis principales de una baja eficiencia y altos costos de operación se suponen en el bajo rendimiento de los equipos debido a un pobre y escaso mantenimiento preventivo de los mismos, lo cual repercute en un mal funcionamiento, en una baja calidad, desperdicio de insumos y principalmente un alto consumo de energía eléctrica que al final es el costo de operación más alto. La mayoría de las acciones son de tipo correctivas, lo que también representa un gasto mucho mayor en compra de repuestos de alto costo y los paros de operación de los equipos, durante periodos de tiempo prolongados e indefinidos.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Evaluación de la eficiencia y calidad del equipo instalado en la fábrica de Súper Hielos de Guatemala S. A.

### **Específicos**

1. Determinar la eficiencia actual de los equipos en comparación de lo establecido por el fabricante, mediante comparación de consumos de kWh y producción real.
2. Determinar los indicadores de coeficiente de eficiencia de los equipos, para establecer en que clase o categoría se encuentran los equipos instalados de producción de hielo.
3. Identificar los problemas que generan altos consumos de insumos, elevando así el costo de operación y proponer las mejoras relativas al equipo instalado en la fábrica de hielo, con base en la información existente.
4. Determinar los costos de implementación de la propuesta para la evaluación de la eficiencia y calidad de los equipos.

5. Describir y evaluar los equipos instalados en la fábrica de hielo, utilizando las herramientas de ingeniería aplicables.
6. Elaborar y presentar los documentos necesarios para la implementación y seguimiento a la propuesta, así como las formas de control para el funcionamiento en la fábrica de hielo, como parte de la mejora continua.
7. Contribuir con la empresa por medio del estudio realizado, para establecer las actividades específicas a realizar en la ejecución de la evaluación de la eficiencia y calidad de los equipos instalados en la fábrica de hielo.
8. Proponer actividades de capacitación para el personal de mantenimiento de la fábrica de hielo.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación se desarrolla en la empresa Súper Hielos de Guatemala S. A., empresa que se dedica actualmente a la fabricación y distribución del hielo en distintos tamaños de presentación, específicamente en la evaluación de la eficiencia y calidad de los equipos instalados en su fábrica y elaborar una propuesta para el mejoramiento de los procesos y las condiciones de trabajo. Los equipos son básicos en toda empresa, el ingeniero debe de vigilar su funcionamiento durante su vida útil, por medio de estudios de Ingeniería Mecánica Industrial.

En el capítulo uno se presenta la información general de la empresa a tratar en el presente estudio, así como el marco teórico sobre aspectos de mantenimiento, eficiencia y calidad de los equipos. El capítulo dos describe el diagnóstico actual realizado al equipo de producción instalado, además de la metodología y herramientas de ingeniería utilizadas.

En el capítulo tres se desarrollará la propuesta para evaluar la eficiencia y calidad del equipo, producto de los resultados del diagnóstico, así como establecer los indicadores de eficiencia energética de los equipos, para consecuentemente obtener la eficiencia histórica y actual de los equipos instalados en la planta de Súper Hielos de Guatemala actualmente.

Finalmente, en el capítulo cinco se definen las acciones que se deben implementar para evaluar de manera periódica la eficiencia y calidad del equipo de la fábrica.

.

## **1. ANTECEDENTES GENERALES**

La empresa de Súper Hielos de Guatemala tiene 22 años en la fabricación y distribución de hielo en distintas zonas de la ciudad y en el interior del país. En este capítulo se comentará un detalle más amplio de la ubicación, la misión, y los valores de la empresa que son importantes para ir adentrándose en el presente trabajo de graduación.

### **1.1. Empresa Súper Hielos de Guatemala S. A.**

La empresa es de capital privado conformado por una sociedad anónima, la cual ha ido trasladando la dirección de la misma dentro de la misma familia, no existiendo así una junta directiva, sino más bien una Gerencia General y de allí las demás dependencias que conforman la estructura organizacional de la empresa.

#### **1.1.1. Ubicación**

La fábrica de Súper Hielos de Guatemala, S. A. se ubica en el Centro Histórico de la ciudad capital, en la Avenida Elena. 14-63 zona 1, en una zona con características de sector residencial y comercial. Cuenta con facilidad de acceso, ya que debido a su ubicación se comunica con las diferentes vías y salidas principales de la ciudad capital (Periférico, Calle Martí, Calzadas Aguilar Batres, San Juan y Roosevelt).

### **1.1.2. Antecedentes**

El hielo se ha convertido en un producto necesario y de uso común en la sociedad, desde 1991 la empresa Súper Hielos de Guatemala S. A. se dedica a la elaboración de hielo con agua purificada bajo procesos de producción e higiene de la mejor calidad.

La fábrica incluye áreas de Administración, Producción, Almacenamiento, así como instalaciones especiales para sus operaciones. La estructura principal del edificio es de concreto armado, mampostería reforzada y estructura metálica. Cuenta con los servicios de agua potable, drenajes, energía eléctrica, teléfono entre otros.

### **1.1.3. Valores**

Los valores de la empresa son los pilares más importantes de cualquier organización. Con ellos se define a sí misma, porque los valores de una organización son los valores de sus miembros y especialmente los de sus dirigentes.

“Podemos definir los valores de una empresa como son aquellos juicios éticos sobre situaciones imaginarias o reales a los cuales nos sentimos más inclinados por su grado de utilidad personal y social.

Los empresarios deben desarrollar virtudes como la templanza, la prudencia, la justicia y la fortaleza para ser transmisores de un verdadero liderazgo.

- Características de los valores:
  - Se desarrollan en condiciones muy complejas
  - Son necesarios para producir cambios a favor del progreso
  - Son posibles porque muchos seguimos creyendo en ellos
  - No son ni pueden ser un simple enunciado”<sup>1</sup>
  
- Importancia de los valores en una empresa:
  - Los valores son muy importantes para una empresa, porque son grandes fuerzas impulsoras del cómo se hace el trabajo.
  - Permiten posicionar una cultura empresarial.
  - Marcan patrones para la toma de decisiones.
  - Sugieren topes máximos de cumplimiento en las metas establecidas.
  - Promueven un cambio de pensamiento.
  - Evitan los fracasos en la implantación de estrategias dentro de la empresa.
  - Se lograr una baja rotación de empleados.
  - Se evitan conflictos entre el personal.
  - Con ellos los integrantes de la empresa se adaptan más fácilmente.
  - Se logra el éxito en los procesos de mejora continua.

En la fábrica de Súper Hielos de Guatemala, destaca la elaboración de hielo con agua purificada bajo procesos de producción e higiene de la mejor calidad, bajo los siguientes objetivos empresariales:

- Fabricar hielo de alta calidad
- Trabajar con normas de higiene y seguridad

---

<sup>1</sup> BESLEY, Scott. Fundamentos de Administración Financiera.

- Proporcionar un servicio de primera calidad
- Superar las expectativas de todos los clientes

Para poder alcanzar estos compromisos la empresa considera los siguientes valores y ejes de trabajo:

- Valores:
  - Compromiso con el cliente
  - Seguridad
  - Eficiencia
  - Responsabilidad
  - Honestidad
- Ejes de trabajo:
  - Calidad total
  - Tiempo de respuesta
  - Servicio al Cliente

#### **1.1.4. Misión**

La misión es el motivo, propósito, fin o razón de ser de la existencia de una empresa u organización porque define:

- Lo que pretende cumplir en su entorno o sistema social en el que actúa.
- Lo que pretende hacer.
- El para quién lo va a hacer; y es influenciada en momentos concretos por algunos elementos como: la historia de la organización, las preferencias de la Gerencia y/o de los propietarios, los factores externos o del entorno, los recursos disponibles, y sus capacidades distintivas.

Por tanto la misión de la empresa de Súper Hielos de Guatemala es: abastecer al mercado de Guatemala, con hielo en cubitos, de excelente calidad, higiénico y seguro, para consumo humano y usos industriales, proporcionando un servicio de primera calidad al cliente que incluya prontitud, exactitud y satisfacción completa.

### **1.1.5. Visión**

La visión de una empresa es una declaración que indica hacia dónde se dirige la empresa en el largo plazo, o qué es aquello en lo que pretende convertirse.

A diferencia de la misión, la declaración de la visión contesta la pregunta ¿qué queremos ser?, mientras que la misión contesta la pregunta: ¿cuál es nuestra razón de ser?.

La razón de establecer la visión de una empresa, es que esta sirva como guía que permita enfocar los esfuerzos de todos los miembros de la empresa hacia una misma dirección, es decir, lograr que se establezcan objetivos, diseñen estrategias, tomen decisiones y se ejecuten tareas, bajo la guía de esta; logrando así, coherencia y orden.

El establecer la visión de una empresa, también permite que esta sirva como fuente de inspiración, logrando que todos los miembros de la empresa se sientan identificados, comprometidos y motivados en poder alcanzarla.

Según lo anteriormente mencionado la visión de la empresa Súper Hielos de Guatemala se define como:

“Ser la fábrica de hielo líder en la región, ofreciendo productos de alta calidad e higiene.”<sup>2</sup>

### **1.1.6. Organigrama**

La empresa inició sus labores con participación esencialmente familiar, por tal razón no diseñó una estructura formal para dividir las funciones de cada empleado; esto significó que la toma individual de decisiones provocara descontrol sobre las inversiones, inventarios, ganancias y pérdidas, y el estancamiento respectivo en la expansión de sus productos a otros mercados.

La organización interna de Súper Hielos de Guatemala, ha sufrido diversos cambios desde su creación; se han atendido las necesidades de cada época y ha participado en proceso de adecuación para mejorar la eficiencia, pero desde hace unos años estos procesos se han quedado estancados.

Actualmente se cuenta con una estructura que, con muchas complicaciones, se ajusta a los requerimientos de la competitividad en el mercado del hielo.

De acuerdo al organigrama de la empresa, la misma está estructurada de los siguientes departamentos:

- Área de Administración
- Área de Producción
- Área de Manejo y Almacenamiento de Producto Terminado
- Área de Distribución y Entrega

---

<sup>2</sup> Empresa Súper Hielos de Guatemala S. A.

### **1.1.7. Producción**

La producción es la actividad económica que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, es decir, consiste en la creación de productos o servicios y al mismo tiempo la creación de valor, más específicamente es la capacidad de un factor productivo para crear determinados bienes en un periodo de tiempo determinado.

La producción en el sistema económico es uno de los indicadores más importantes, necesita de la inversión para que se pueda dar. Esta se puede definir como el gasto en bienes de capital, para generar otros bienes, que por consecuencia de su venta, darán una ganancia. Puede ser bruta cuando se toma el valor de la cantidad invertida y neta cuando a la inversión bruta se le resta la depreciación de los factores productivos.

La productividad y eficiencia en la producción es siempre uno de los principales objetivos de toda empresa, por esa razón, buscará las alternativas con mayor rentabilidad.

El proceso de elaboración del hielo es en su mayoría automatizado; se desarrollan diferentes actividades que involucran manejo de materiales, equipos y producto terminado. Para esto cuenta con personal humano calificado y con la experiencia necesaria para poder desarrollar sus actividades en la empresa, basados en que el activo más valioso que tiene una organización es su gente.

Abastecen a plantas industriales, restaurantes, plantas embotelladoras, tiendas de conveniencia, supermercados y clientes individuales. La presentación del producto depende del destino final, predominando las presentaciones de bolsa plástica de alta resistencia de 5, 15 y 25 libras.

### **1.1.8. Descripción del equipo de la fábrica**

La empresa en su planta cuenta con equipos no recientes, de regular capacidad, que trabajan con la tecnología para producir hielo con base en amoníaco, que es uno de los refrigerantes más utilizados en la industria y con el cual la planta de producción logra producir cubos de hielo, para surtido en sus distintos tamaños de presentación de bolsa.

Su sistema de tratamiento de agua garantiza la pureza y calidad del producto, los componentes de un sistema de sistema de refrigeración incluyen:

- Compresor
- Condensador
- Dispositivos de expansión
- Evaporador
- Intercambiadores de calor
- Tuberías de refrigerantes
- Líneas de *bypass* de gas caliente
- Válvulas
- Refrigerante

#### **1.1.8.1. Características**

La mayoría del equipo instalado tiene cinco o más años de servicio y debido a los niveles de producción actuales, tienen fuera de operación otra línea de producción.

## **1.2. Marco teórico**

El marco teórico es el grupo central de conceptos y teorías que se utilizan para formular y desarrollar el argumento del presente trabajo de graduación. Se definirán a continuación todos los conceptos e ideas básicas que forman la base para llevar a cabo el planteamiento para la evaluación de la eficiencia y calidad de los equipos instalados en la fábrica de Súper Hielos de Guatemala.

### **1.2.1. Mantenimiento**

El mantenimiento juega un papel muy importante en toda planta de producción, por lo que en el presente estudio se abordarán generalidades del tema, hasta llegar un poco más al detalle de la planta de Súper Hielos de Guatemala. A continuación se presentan algunos conceptos relacionados con el mantenimiento industrial y de manera especial en una planta de producción de hielo.

#### **1.2.1.1. Definición**

El mantenimiento se define como todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo una función requerida. Esta actividad está además relacionada al buen funcionamiento, conservación y reparación de las máquinas, equipos e instalaciones.

#### **1.2.1.2. Características**

En general se puede decir que el mantenimiento es una actividad inherente a todo proceso productivo, que tiene como fin lograr operativos

adecuados para que cada uno de los equipos cumpla su función a cabalidad. Las empresas en los actuales momentos han entendido la importancia que tiene el mantenimiento, esto se fundamenta en las siguientes razones:

- Tecnificación del mantenimiento y la metodología en la planificación del mismo.
- Alto costo de penalización por indisponibilidad del equipo.
- Posición en el mercado, debido a la influencia con respecto a las variables de volúmenes de producción y la calidad final del producto.

Un plan de mantenimiento constituye un plan de trabajos, conteniendo información donde se identifica el curso de acción: se define qué tareas se harán, cómo se efectuarán dichos trabajos, cuándo y cuánto se va hacer, cuánto va a costar, quiénes intervienen y con qué elementos se cuenta para llevarlo a cabo, teniendo siempre en cuenta los elementos de control para el cumplimiento de los objetivos.

Los programas de mantenimiento más avanzados se basan en la aplicación de la integración de las tecnologías de mantenimiento predictivo, preventivo y la investigación avanzada del origen de fallas, por medio del monitoreo y análisis de las tendencias de operación.

### **1.2.1.3. Tipos**

Se puede clasificar de varias formas de acuerdo al criterio que se utilice, según la naturaleza del trabajo de mantenimiento se clasifican en: correctivo, preventivo, predictivo.

Figura 1. **Tipos principales de mantenimiento**

<b>MANTENIMIENTO</b>		
Conjunto de acciones para mantener o restablecer un bien		
<b>PREVENTIVO</b> Es el efectuado a un bien siguiendo un criterio con el fin de reducir las posibilidades de falla	<b>CORRECTIVO</b> Es el mantenimiento efectuado despues de una falla	<b>PREDICTIVO</b> Mantenimiento efectuado de acuerdo a una información dada por un aparato de control permanente

Fuente: elaboración propia.

#### **1.2.1.3.1. Preventivo**

El mantenimiento preventivo es la ejecución planificada de un sistema de inspecciones periódicas, cíclicas, programadas y de trabajos previstos o determinados necesarios. Garantiza la disponibilidad de equipos e instalaciones de la unidad, crea confiabilidad en el uso de los equipos e instalaciones, asegura que el proceso opere normalmente dentro del control, preservando las inversiones del capital. Se basa en programas rutinarios de mantenimiento y sustitución de partes, trata de anticiparse a las ocurrencias de fallas.

Su objetivo es la detección anticipada de condiciones de trabajos anormales y de solicitar la ejecución de los servicios necesarios para que los

problemas detectados sean corregidos en su fase inicial y así obtener el máximo rendimiento de las máquinas.

#### **1.2.1.3.2. Predictivo**

Es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Se basa en la utilización de nuevas tecnologías de instrumentación a través de las siguientes técnicas: monitoreo y análisis de las tendencias de operación por medio de la termografía infrarroja, análisis de vibraciones, análisis de los lubricantes y ultrasonido de alta frecuencia entre otras.

#### **1.2.1.3.3. Correctivo**

Son todos los trabajos y actividades que se realizan para corregir una falla o interrupción en la operación de un equipo. Se basa en la reparación de ocurrencia de fallas; no existe una programación anticipada de mantenimiento, generando costos altos por la pérdida de producción o a la falta de prestación del servicio, derivado de los tiempos de inactividad del equipo. Cuando el trabajo es crítico donde está en peligro la vida de la persona, o si ocurre una falla en el proceso, que ocasione disminución o pérdida inminente de productos y servicios, se denomina trabajo de emergencia.

### **1.2.2. Eficiencia y calidad equipos**

En el funcionamiento de muchas empresas, las operaciones de mantenimiento constituyen el área estratégica para el desempeño del equipo e

instalaciones; sin embargo, para lograrlo se deben aplicar formas estructuradas de trabajo propias de las ingenierías basadas en la excelencia operativa.

#### **1.2.2.1. Importancia**

La eficiencia y calidad de los equipos representa un papel muy importante dentro de la empresa, ya que a través de estos indicadores se tendrá un parámetro del estado actual de la planta de producción, las oportunidades de mejora, y al mismo tiempo poder llevar a cabo los proyectos que permitan ser más eficientes a un costo menor, mediante ahorros reflejados en consumos eléctricos, reducción de insumos, costos de producción y tiempos, en un ambiente que incluya medidas de seguridad industrial adecuadas y un entorno seguro.

#### **1.2.2.2. Métodos de evaluación**

La información a utilizar surge de fuentes internas a la organización y de fuentes externas a ella.

- Las fuentes internas: están constituidas por los registros actuales de reparaciones existentes en la empresa, los cuales informan sobre todas las tareas de mantenimiento que el bien ha sufrido durante su permanencia en la organización. Es importante mencionar que no se cuenta con un historial extenso de registros, en realidad el material comprende reportes de los últimos 3 meses. Muy importante a tener en cuenta, es que los bienes existentes pudieron ser adquiridos como nuevos o como usados.

- Las fuentes externas: generalmente están constituidas por las recomendaciones sobre el mantenimiento, que efectúa el fabricante de cada bien.

Entre los métodos de evaluación de la eficiencia y calidad de los equipos se pueden mencionar entrevista, observación diaria, revisión de documentos, diagrama causa y efecto, consulta a expertos, adicional a las herramientas de control de mantenimiento siguientes:

- Monitoreo: es el proceso continuo y sistemático mediante en el cual se verifica la eficiencia y evolución de un proyecto, mediante la identificación de sus logros y debilidades y en consecuencia, se recomiendan medidas correctivas para optimizar los resultados esperados del mismo. A su vez, es el responsable de preparar y aportar la información que hace posible sistematizar resultados y procesos y por tanto, es un componente básico para la evaluación.
- Supervisión: es una actividad técnica y especializada que tiene como fin fundamental asegurar y utilizar racionalmente los factores que hacen posible la realización de los procesos de trabajo, servicios y productos destinados a la satisfacción de necesidades de un mercado de consumidores.
- Evaluación: es el proceso integral y continuo de investigación y análisis de los cambios más o menos permanentes que se materializan en el mediano y largo plazo, como una consecuencia directa o indirecta del quehacer de un proyecto en el contexto, la población y las organizaciones participantes.

- Controles operativos: estos controles son los que sirven para hacer las distintas evaluaciones, tanto técnicas como administrativas, de los trabajos de mantenimiento que se van a realizar, se están realizando o que ya se hayan efectuado. Entre los más importantes se tienen las hojas de chequeo primario (*check list*), hojas de requerimientos y control del presupuesto.

### **1.2.3. Fábricas de hielo**

Las empresas que se dedican a la producción de hielo necesitan de equipo muy particular que les permita funcionar de manera adecuada y se pueden clasificar en función del tipo de hielo que producen: en bloques, en escamas, en maquetas, en tubos, en cubitos.

#### **1.2.3.1. Características**

En la actualidad el hielo es casi una necesidad vital, esto ha generado mayor demanda por parte de las industrias y comercios que requieran de este producto. La energía necesaria para producir una tonelada de hielo no es una constante: varía según el tipo de maquinaria y el régimen de funcionamiento, el funcionamiento de una fábrica será más caro en las zonas tropicales que en los climas templados.

En forma general, el proceso para la fabricación de hielo incluye las siguientes actividades:

- Almacenamiento de agua: de acuerdo a cada caso existen diferentes formas de abastecimiento (municipal, pozo propio, otras).

- Tratamiento de agua: existen diferentes alternativas de tratamiento de acuerdo a las condiciones en cada caso (calidad del agua, condiciones de mercado, regulaciones legales).
- El agua es circulada por un evaporador, lo que determina el tamaño del hielo. En el tanque del evaporador (que también contiene los tubos verticales) se expande un gas que puede ser freón o amoníaco previamente comprimido, la temperatura en el interior baja hasta menos de  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  lo que hace que el agua que está circulando en los tubos verticales se comience a congelar desde afuera hacia adentro.
- Finalmente se introduce vapor de agua y el hielo formado en los tubos verticales, se desprende y cae sobre unas cuchillas giratorias que lo cortan en partes más pequeñas.
- El agua que queda circulando es enviada a una torre de enfriamiento para luego guiarlas a las máquinas, repitiéndose así el proceso.

### **1.2.3.2. Generalidades del hielo**

El hielo es agua sólida cristalizada, congelada, es uno de los tres estados naturales del agua, el agua pura se congela a la altitud del nivel del mar a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En el hielo, como en la mayoría de los sólidos, las moléculas se acomodan en una formación ordenada. Sin embargo, dependiendo de las condiciones de presión y temperatura, es posible que adopten diferentes formas de ordenarse. Los tipos de hielo conocidos son los siguientes:

- Hielo I: baja temperatura, cúbica centrada en las caras, densidad aproximadamente  $900\text{ kg/m}^3$ .

- Hielo II: baja temperatura, ortorrómbica centrado, densidad aproximadamente 1 200 kg/m<sup>3</sup>.
- Hielo III: baja temperatura, tetragonal, densidad aproximadamente 1 100 kg/m<sup>3</sup>.
- Hielo V: alta presión, baja temperatura, monoclinica de base centrada, densidad aproximadamente 1 200 kg/m<sup>3</sup>.
- Hielo VI: alta presión, baja temperatura, tetragonal, densidad aproximadamente 1 300 kg/m<sup>3</sup>.
- Hielo VII: alta temperatura, alta presión, cúbico sencilla, densidad aproximadamente 1 700 kg/m<sup>3</sup>.
- Hielo VIII: alta presión, tetragonal centrada, densidad aproximadamente 1 600 kg/m<sup>3</sup>.
- Hielo IX: alta presión, tetragonal, densidad aproximadamente 1 200 kg/m<sup>3</sup>.
- Hielo X: alta presión, baja temperatura, tetragonal, densidad aproximadamente 1 300 kg/m<sup>3</sup>.

### **1.2.3.3. Materiales**

Los materiales utilizados para la producción de hielo son mínimos, su materia prima indispensable y fundamental es el agua. Además, se cuenta con los refrigerantes que pueden ser freón o amoniaco. Asimismo, se utilizan cloro u otro sistema para la purificación del agua, bolsas plásticas donde se vierte el hielo y alambre para cerrar las mismas.

### **1.2.3.4. Equipos**

Los componentes más importantes en un sistema de refrigeración son los siguientes:

- Compresor
- Condensador
- Evaporador
- Válvula de servicio en succión y válvula de servicio en tubo de líquido
- Tubería de succión, tubería de líquido y tubería de descarga
- Válvula de expansión
- Filtro secador

Adicionalmente se pueden mencionar los equipos que también forman parte del proceso de producción tales como:

- Torre de enfriamiento
- Equipo de bombeo
- Paneles y tableros eléctricos
- Cuartos fríos

## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Generalidades**

En este capítulo se presenta el diagnóstico del equipo instalado en la planta de la empresa Súper Hielos de Guatemala S. A., se incluyen datos importantes utilizados para definir y elaborar la propuesta.

### **2.2. Metodología de evaluación**

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizaron diferentes herramientas de ingeniería, así como técnicas de recopilación y análisis de información. Lo anterior es la base para análisis y propuesta para la evaluación de la eficiencia y calidad del equipo instalado en la fábrica.

#### **2.2.1. Descripción**

De acuerdo a lo establecido, el objetivo principal de este estudio es optimizar el proceso de producción, al evaluar la eficiencia y calidad de los equipos instalados en la de Súper Hielos de Guatemala, S. A. El análisis del equipo debe comenzar con la evaluación de las condiciones técnicas, operacionales y de eficiencia de cada uno, así como otros aspectos. Para esto se utilizaron diferentes técnicas y herramientas de ingeniería que facilitarán identificar los elementos principales relacionados con el área a evaluar, los cuales brindan información, estos son los siguientes:

- Producción

- Equipos
- Energía eléctrica
- Agua potable
- Desperdicios
- Mano de obra

La principal limitación que se presenta para la realización del trabajo es la falta de información y la inexistencia de documentación. Se utilizaron las siguientes técnicas para recopilar la información necesaria:

- Observación directa: realizada durante el proceso de producción y manejo de producto terminado.
- Entrevistas: con el personal que maneja el equipo de producción de hielo, personal encargado de embolsar y almacenar el producto, persona encargada del mantenimiento menor del equipo (cumple otras responsabilidades en la empresa), personal administrativo y Gerencia.
- Se utilizaron formatos previamente elaborados para las visitas y entrevistas, además de cámara fotográfica, grabadora, cinta métrica y cronómetro para el registro de las actividades llevadas a cabo en el diagnóstico.

Para poder realizar el diagnóstico se utilizaron las siguientes herramientas de ingeniería:

- Diagrama de proceso de operación: es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza que se utilizan en los procesos de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el

empaquete del producto terminado. Existen dos tipos de diagramas de procesos:

- Técnicos: son aquellos en donde se definen las etapas de un proceso de producción, se definen paso a paso cada una de las etapas del proceso.
- Organizacionales: son aquellos que tienen que ver con la planeación de recurso humano y elementos organizacionales.
- Diagrama de flujo/recorrido: contiene muchos más detalles que el diagrama de proceso de operación, se usa, en principio, para cada componente de un ensamble o de un sistema para obtener el máximo ahorro en la manufactura o en un procedimiento aplicable a una componente o secuencia de trabajo específico. Existen dos tipos de diagramas de flujo:
  - Producto o material: proporciona detalles de los eventos que ocurren sobre un producto o material.
  - Operativo o de persona: da los detalles de cómo realiza una persona una secuencia de operaciones.
- La técnica del interrogatorio: con el fin de indagar sobre el proceso productivo que desempeña la empresa (producción de hielo en cubitos). Es el medio para efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas. Se tiene, a su vez, dos fases:

- Elementos básicos: como lo son el propósito, con que, objetivos.
- Preguntas a fondo: se busca la posibilidad de plantear una nueva forma de hacer el trabajo teniendo en cuenta las especificaciones de cada caso.

### **2.2.2. Área de Administración**

Se sabe que la administración es la conducción racional de las actividades de una organización, ya sea lucrativa o no lucrativa. La administración trata el planeamiento, la organización (estructuración), dirección y control de todas las actividades, diferenciadas por la división del trabajo que ocurre dentro de una organización.

Así, la administración es imprescindible para la existencia, supervivencia y éxito de las organizaciones. Sin la administración, las organizaciones jamás tendrían condiciones para existir y crecer.

Para la consecución de sus objetivos, la administración debe aplicar como herramienta esencial el método científico (elaborar teorías, modelos e hipótesis). Pero también existe una técnica de la administración que cuenta con un instrumental que permite conducir una organización, operar sus comportamientos y transformar su realidad.

El concepto de administración está integrado por los siguientes elementos:

- Objetivo: la administración está siempre enfocada a lograr fines y resultados.

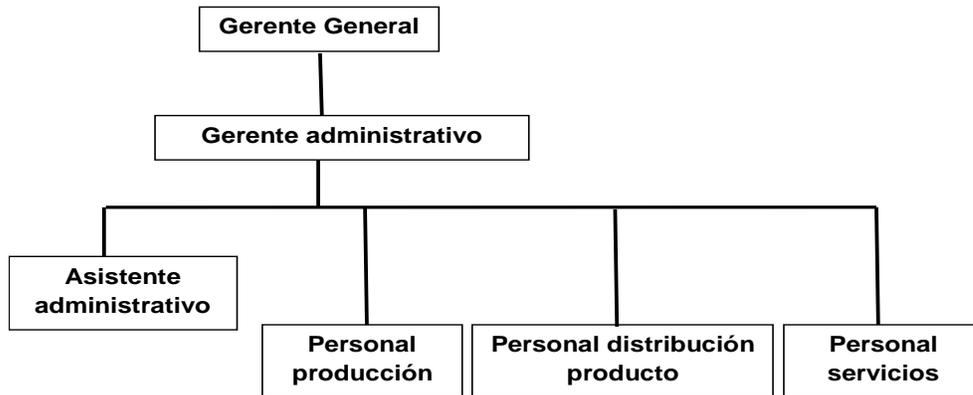
- Eficacia: consiste en lograr los objetivos satisfaciendo los requerimientos del producto o servicio en términos de cantidad y tiempo.
- Eficiencia: es lograr los objetivos garantizando los recursos disponibles al mínimo costo y con la máxima calidad.
- Grupo social: para que la administración exista, es necesario que se dé siempre dentro de un grupo social.
- Coordinación de recursos: para administrar, se requiere cambiar, sistematizar y analizar los diferentes recursos que intervienen en el logro de un fin común.
- Productividad: es la relación que existe entre la producción y la cantidad de insumos, necesarios para producir un determinado bien o servicio. Es la obtención de los máximos resultados con el mínimo de recursos, en términos de eficiencia y eficacia.

#### **2.2.2.1. Organigrama**

De acuerdo a la información recopilada durante las visitas y entrevistas realizadas, se determinó la estructura actual del organigrama de sus actividades.

El organigrama está integrado por un gerente general, un gerente administrativo, asistente administrativo, personal de producción, personal de distribución y personal de servicio, tal y como se presenta en la siguiente figura.

Figura 2. **Organigrama de la empresa**



Fuente: empresa Súper Hielos de Guatemala S. A.

### **2.2.2.2. Descripción de puestos**

A continuación se realiza la descripción de cada puesto de trabajo, con base en la información brindada por el gerente general.

- Gerente general:
  - Responsable de la administración completa de la empresa, buscando el cumplimiento de sus objetivos de calidad y logrando obtener resultados económicos.
  - Responsable de la condición financiera de la empresa y es el encargado de dirigir la planificación.
  - Responsable de actualizar los conocimientos del personal, mediante charlas y capacitación.

- Responsable de elaborar y darle seguimiento al programa de mantenimiento de la empresa.
- Gerente administrativo:
  - Responsable de supervisar y de dar seguimiento al trabajo desarrollado por el personal.
  - Responsable de identificar proveedores calificados que cumplan con los parámetros de calidad establecidos.
  - Proveer los recursos necesarios para que se cumplan los objetivos de la empresa.
  - Responsable del manejo de la caja chica, así como del control y pago a proveedores en facturas.
- Asistente administrativo:
  - Responsable de supervisar que los trámites administrativos se procesen eficientemente.
  - Brindar apoyo a Gerencia en seguimientos de documentación, correspondencia enviada y recibida, y elaboración de cartas.
  - Responsable de asistir a la empresa en la canalización de llamadas y atención al cliente.

- Personal de limpieza y servicio:
  - Responsable de las actividades de limpieza y servicio, mantener las instalaciones en orden de acuerdo a las instrucciones recibidas.

### **2.2.2.3. Clientes**

De acuerdo a las entrevistas realizadas con el gerente general y el administrativo, la cartera de clientes incluyen plantas industriales, restaurantes, plantas embotelladoras, tiendas de conveniencia, supermercados y clientes individuales, la producción garantizada hace posible darle a los clientes un respaldo de abastecimiento y de buen servicio, los 365 días del año.

### **2.2.3. Área de producción**

En la actualidad la empresa cuenta con únicamente 2 operarios, los cuales se encargan de realizar distintas operaciones pero indispensables.

- Operario máquina de hielo:
  - Responsable de que el producto (hielo en cubos) cumpla con los requerimientos de la empresa en cuanto a normas de higiene y temperatura adecuada.
  - Responsable directo de la producción diaria propuesta por la empresa.
- Operario máquina de llenado y sellado:

- Responsable de que el producto (hielo en cubos) cumpla con los requerimientos de la empresa en cuanto a normas de higiene y temperatura adecuada.
- Responsable directo de que el proceso de llenado cumpla con las especificaciones de la empresa de acuerdo al peso y cantidad en cada bolsa.
- Responsable del manejo y almacenamiento de producto terminado (hielo en cubos), de acuerdo a las instrucciones recibidas (buen sellado de las bolsas, sin defectos o grumos por la empaquetadura).

Tabla I. **Resumen personal y equipo Área Producción**

<b>Fase producción</b>	<b>Actividad</b>	<b>Operarios y/o maquinaria</b>
1	Purificación del agua	1 [sistema de filtros, carbón activado, ultravioleta]
2	Enfriamiento del agua	1 [Torre de enfriamiento Amcot, capacidad 960 000 BTU, flujo de agua de 168 GPM]
3	Formación del hielo	1 [condensador Henry Vogt, serie No. 22849 de 15 tubos]
4	Deshielo y corte	1 [Máquina cortadora de cubitos de hielo marca Henry Vogt.]
5	Empaque	1 [Máquina llenadora de cubitos de hielo.]
6	Almacenaje	2 [Cuarto frío de almacenaje, fabricación local]
<b>TOTAL</b>		<b>6</b>

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.3.1. Instalaciones**

Las plantas procesadoras de hielo deben estar diseñadas y establecidas en instalaciones que permitan efectuar correctamente las buenas prácticas de fabricación, tienen como objetivo garantizar el funcionamiento de los equipos, máquinas eléctricas, dispositivos eléctricos en general en cualquier punto.

Como ya se indicó la fábrica se ubica en la Avenida Elena zona 1, lo que le permite contar con los servicios básicos de manera normal.

Figura 3. **Vista de la entrada principal**



Fuente: empresa Súper Hielos de Guatemala S. A.

De acuerdo a la información recopilada en la planta de hielo evaluada, se presentan las siguientes características:

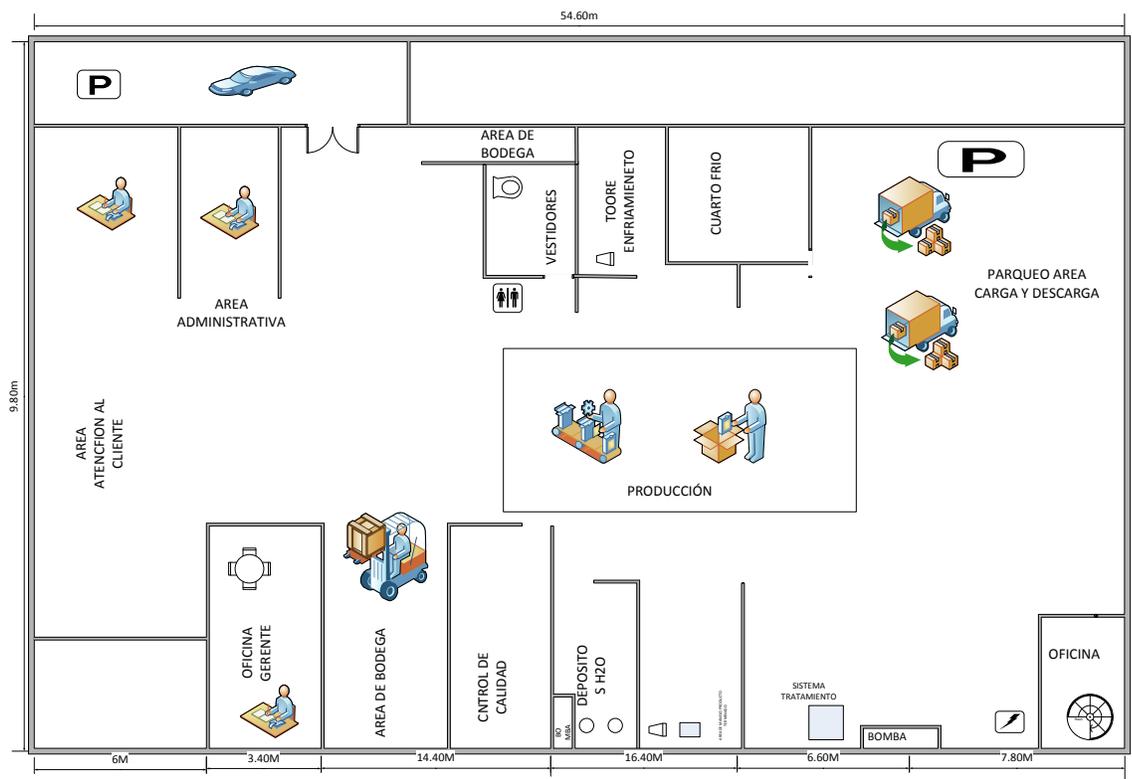
- De acuerdo a lo observado las instalaciones cuentan con diseño sísmico, el sistema de construcción utilizado fue mampostería reforzada, están construidas con concreto armado, blocks y estructura metálica, pisos de concreto fundido, techos de lámina en algunos sectores y losa de concreto.

- Las instalaciones se ubican todas en el mismo edificio.
- Cuentan con instalaciones especiales como: sistema de tratamiento y de almacenamiento de agua, torres de enfriamiento, cuartos fríos.
- Red interna de drenajes separativos (aguas residuales, aguas pluviales), los que se conectan con el sistema municipal de drenajes, por medio de tuberías de diferentes diámetros.
- Áreas de parqueo, acceso y salida de vehículos adecuadas, lo que facilita las actividades de este tipo.
- Iluminación: de acuerdo a la evaluación realizada en la planta, se concluye que las instalaciones tienen algunas limitaciones en este tema, lo que puede afectar las actividades y rendimiento del personal. La deficiencia en la iluminación es responsable del 10 al 15 % de la energía nerviosa total gastada en el trabajo, además se calcula que el 80 % de la información requerida para ejecutar un trabajo se adquiere por la vista.
- Ventilación: de acuerdo a la evaluación realizada en la planta, se concluye que existen algunas limitaciones, lo que puede afectar las actividades y rendimiento del personal dadas las características necesarias para sus operaciones. No debe confundirse ventilación con circulación del aire, la primera sustituye el aire vaciado por aire fresco, mientras que la segunda mueve el aire, pero sin renovarlo.

Después del análisis de la información anterior, se presentan las siguientes conclusiones:

- Las instalaciones presentan el inconveniente que el Área Administrativa y Producción se encuentran en el mismo nivel, lo que afecta el desarrollo normal de la administración (el ruido causado por la maquinaria).
- Dentro de las ventajas, se observa el control por parte de la administración sobre los trabajadores de la línea de producción.

Figura 4. **Ubicación y distribución de áreas**



Fuente: elaboración propia, con Microsoft Visio 2013.

### **2.2.3.2. Materia prima**

De acuerdo a lo investigado el agua es la principal materia prima utilizada en el proceso de fabricación del hielo, también deben incluirse lo relativo con el embolsado y empaçado del producto terminado, así como el tratamiento de agua.

### **2.2.3.3. Control de calidad**

De acuerdo a la investigación realizada, se observan limitaciones en las actividades de control de calidad realizadas (registro de las pruebas efectuadas a la materia prima (agua) producto en proceso, producto terminado, mantenimiento sanitario del equipo y número de lote asignado al producto).

Las características finales del hielo deben ser: olor inodoro, sabor insípido, color blanco cristalino (que no presente manchas coloridas, ni partículas extrañas) y turbiedad.

Para la consecución de las características anteriormente mencionadas se tiene una serie de actividades para el control de la calidad, de acuerdo a frecuencia específica detallada y con los recursos principalmente del laboratorio de calidad interno, y en algunos casos para algunos análisis también por medio de un laboratorio externo.

Los controles de calidad pueden ser: análisis de laboratorio en su mayoría, prueba de clorado del agua, inspección visual y según detalle de manuales y listas de chequeo.

Tabla II. **Resumen actividades control de calidad**

CONTROLES ESTABLECIDOS DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

No	TIPO DE CONTROL	RESPONSABLE	FRECUENCIA	RECURSOS
1	Análisis calidad del agua	Área de Producción	Cada 06 hrs	Laboratorio de calidad
2	Inspección del filtro ultravioleta	Área de Producción	1 inspección/semanal	Laboratorio de calidad
3	Regulaciones de oxígeno al agua	Área de Producción	1 inspección/semanal	Laboratorio de calidad
4	Inspección de maquinaria para analisis	Área de Mantenimiento	Diariamente al arranque de turno	Taller de mantenimiento
5	Servicios higiénicos para personal apropiados	Gerencia General	Cada hora según <i>check list</i>	Servicios a instalaciones
6	Limpieza del área de trabajo	Personal producción	Cada hora según <i>check list</i>	Insumos de limpieza
7	Calidad del empaque para embolsado	Personal producción	Cada 100 unidades	Inspección visual
8	Funcionamiento y temperatura cuartos frios	Personal bodega	Cada 200 horas de operación	Manual de inspección

Fuente: elaboración propia.

#### 2.2.3.4. **Proceso productivo**

De acuerdo a lo observado durante el trabajo de investigación, se concluye que únicamente se realizan los procesos y actividades relacionados con la producción de hielo en cubitos, embolsado de acuerdo a la presentación. Dentro del proceso de producción, se identifican los siguientes pasos:

- El agua ingresa a los tanques de almacenamiento planta (servicio municipal de agua).
- Tratamiento y purificación del agua cruda.
- El agua ya purificada pasa a las máquinas de hacer hielo en cubitos a través de las tuberías de calderas verticales.
- El agua a alta temperatura es dirigida a la torre de enfriamiento, donde es enfriada y reprocesada.

- El hielo formado en la máquina desciende sobre la bandeja receptora donde es transportado por medio de cadenas hasta llegar al área de empaquetado.
- Las bolsas cerradas se apilan en una carretilla de mano y son llevadas al almacén (cuarto frío) de producto terminado.
- Almacenamiento y distribución producto terminado.

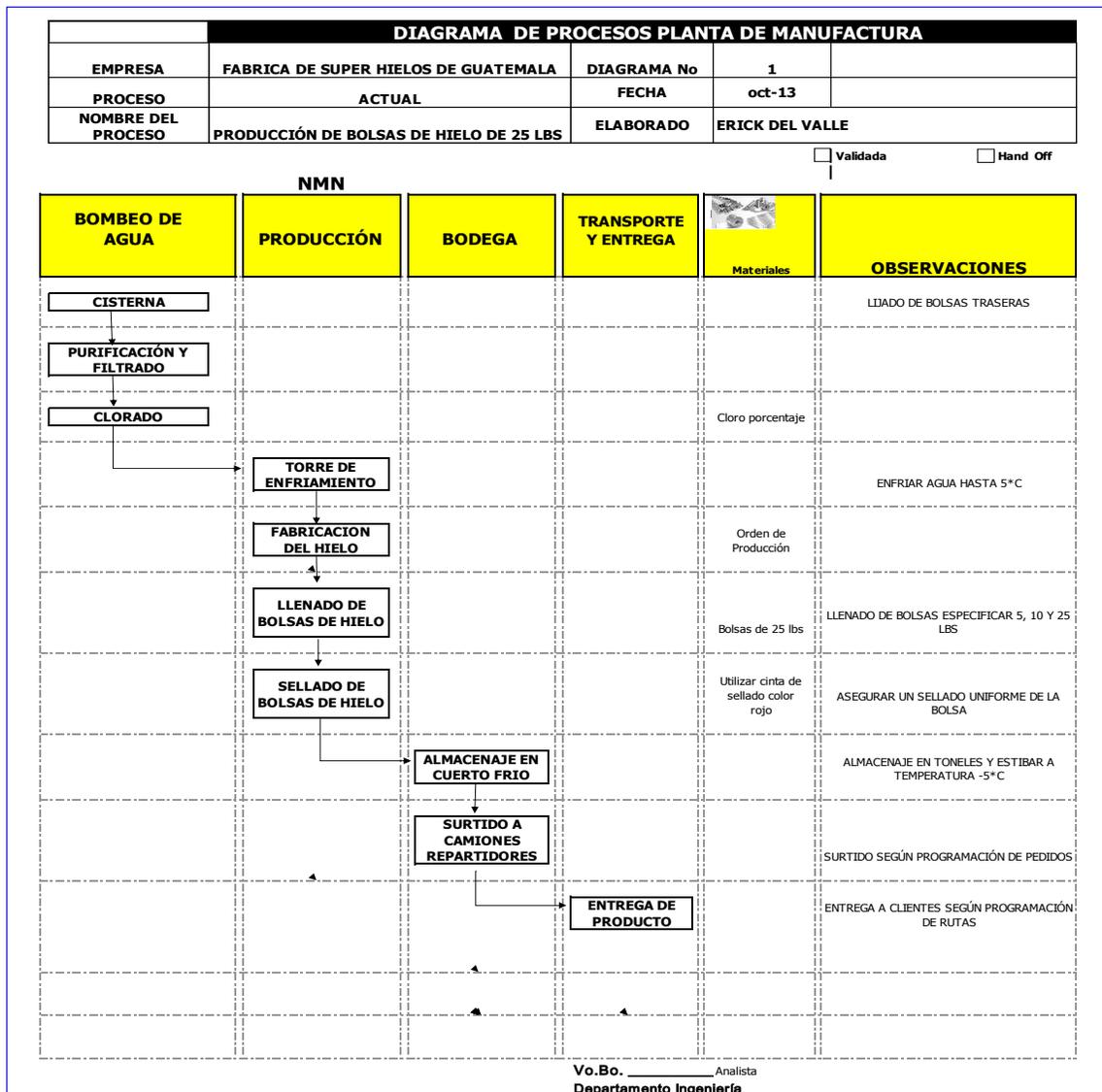
Tabla III. **Secuencia de proceso de producción cubos de hielo**

<b>DETALLE DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE HIELO</b>	
<b>ITEM</b>	<b>PROCESO DE ENFRIAMIENTO DEL REFRIGERANTE</b>
<b>1</b>	Agua almacenada en cisterna general
<b>2</b>	Ingreso de refrigerante a AT/AP al compresor
<b>3</b>	Bombeo de REF a AT/AP hacia el condensador
	<b>3.1</b> Ingreso de agua proveniente de torre de enfriamiento al condensador
<b>4</b>	Salida de REF del condensador a BP/BT
<b>5</b>	Ingreso de REF a BP/BT válvula de expansión en Evaporador a través de las tuberías
	<b>5.1</b> Ingreso de agua para elaboración del hielo
<b>6</b>	Salida de REF del evaporador e ingreso al compresor
<b>7</b>	Inicio del ciclo
	<b>PROCESO DE ENFRIAMIENTO DE AGUA QUE INGRESA AL CONDENSADOR</b>
	Ingreso de agua al depósito proveniente de cisterna general
	Bombeo desde hidroneumático hacia torre de enfriamiento para mantener la presión
	Salida de retorno de agua proveniente de torre de enfriamiento
	Ingreso de agua proveniente de torre hacia condensador para enfriamiento del REF

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta el diagrama de los procesos que en la actualidad se desarrollan en la planta de Súper Hielos de Guatemala, S. A.

Figura 5. Diagrama de proceso de producción de hielo



Fuente: elaboración propia, con Microsoft Visio 2013.

En la actualidad la empresa cuenta únicamente con 2 operarios, los cuales se encargan de realizar distintas operaciones pero indispensables, las tareas realizadas en la empresa se desglosan de la siguiente forma:

### 2.2.3.5. Maquinaria y equipo

De acuerdo a lo establecido no se cuenta con suficiente información sobre los equipos instalados en la fábrica. En la tabla siguiente se describe el tipo de maquinaria necesaria para el proceso de elaboración de hielo en cubitos, y su función principal en el proceso en el Área de Producción.

Tabla IV. Descripción física del equipo instalado en la planta

MAQUINARIA Y EQUIPO INSTALADO		
CANTIDAD	EQUIPO	FUNCION
1	<b>Torre de enfriamiento</b>	Bajar la temperatura de agua circulante en el evaporador para fabricación del hielo
	a) tanque hidroneumático de presión	Mantener la presión del agua que ingresa a la torre de enfriamiento
	b) bomba de hidroneumático	Enviar el agua hacia la torre de enfriamiento
1	<b>Depósito de agua (capacidad)</b>	Almacenar agua para torre de enfriamiento
1	<b>Máquina de hielo</b>	Elaboración de los cubos de hielo según proceso
1	a) condensador de concha y tubo vertical	líquido de alta presión cuando esto pasa por el amoníaco que refrigera el compresor.
1	b) compresor de condensador	Compresionar el gas refrigerante a BP/BT y envío al condensador
1	c) motor de compresor	Funcionamiento del condensador
1	d) evaporador	Intercambiador de calor donde se da la fabricación del hielo
1	<b>Transportador de cubos de hielo</b>	Trasladar los cubos ya fabricados hacia el recipiente de almacenaje
1	<b>Depósito de cubos de hielo</b>	Depósito de máquina llenadora
1	<b>Dispensador de cubos (llenadora)</b>	Equipo con el cual se llenan las bolsas de hielo en distinta presentación
	<b>Equipos Auxiliares</b>	Equipos propios de la operación pero no del proceso productivo
1	Cuarto frío	Lugar para almacenaje de las bolsas de hielo
1	Sistema de ósmosis y filtrado	Realiza la función de filtrado y purificado del agua
1	Cisterna general	Cisterna para almacenamiento de agua
2	Transformadores secos	Equipo eléctrico para convertir voltaje 110v a 220v

Fuente: elaboración propia.

El trabajo se realiza a partir de series históricas del consumo de energía eléctrica por establecimientos y en la planta en específicos.

Tabla V. **Distribución consumo de energía eléctrica Área Administrativa y Producción**

ÁREA	EQUIPO	CONSUMO PROM. ENERGÍA(KW/MES)	Consumo (%)
Administración	Equipo oficina	2 608	13,5
Planta	Equipo producción	16 778	86,5
		19 386	100

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3.6. Combustibles e insumos

Dentro de los insumos principales de la planta se encuentra la energía eléctrica y el refrigerante, dado a las fugas existentes dentro del sistema. Ambos serán dos de los principales puntos a analizar ya que los objetivos de este estudio se centran en la eficiencia de los equipos instalados en la planta. Mientras mejor sea el aprovechamiento de los recursos mediante una eficiente operación de los equipos en la planta, mejores serán los resultados, tanto en costos como la calidad de los productos.

- Amoníaco (NH<sub>3</sub>, R717) se utiliza como refrigerante desde hace más de 130 años, por lo que sus propiedades y posibilidades de aplicación son bastante conocidas.
- En la fábrica la energía eléctrica constituye uno de los rubros más importantes en los costos de operación, debido a que es el medio de generación de potencia para el funcionamiento de las máquinas y

equipos. La energía eléctrica es suministrada por la Empresa Eléctrica de Guatemala, lo hace en un sistema trifásico, ya sea en estrella o en delta, aunque esta última es la conexión más usual, en instalaciones pequeñas. Los voltajes normalizados son 120/208 y 120/240 voltios, respectivamente.

#### **2.2.4. Área de mantenimiento**

El área de mantenimiento es el punto de partida de este estudio dado que juega un papel trascendental en el óptimo funcionamiento de los equipos, lo que repercute consecuentemente en un mejor aprovechamiento de los recursos, en una eficiencia apropiada de las máquinas y la calidad final del producto. A continuación se detallan aspectos de la situación actual de la empresa.

##### **2.2.4.1. Antecedentes**

De acuerdo a lo investigado, los tipos de mantenimiento que se practican en la fábrica son el mantenimiento preventivo y correctivo. Ambos son realizados en la mayoría de los casos por una empresa externa, ya que en la fábrica no se cuenta con un programa de mantenimiento, no existen formatos y registros adecuados sobre el historial del equipo.

##### **2.2.4.2. Descripción**

La gestión de mantenimiento existente en la empresa, se divide de la siguiente manera:

- Mantenimiento preventivo: actualmente existe un mínimo de mantenimiento preventivo debido a los bajos controles que se aplican en

los equipos, ya que no existen estadísticas, ni reportes y todo se maneja de acuerdo a la memoria del técnico, esto es un problema por la rotación de personal.

- Mantenimiento correctivo: al no existir un mantenimiento preventivo adecuado, se provoca que las fallas y averías sean más frecuentes, generando baja eficiencia de producción y reparaciones costosas. Las reparaciones las realiza una empresa externa, elevando aún más los costos de operación.
- Mantenimiento diario: monitoreo y control de variables e inspecciones visuales. Existe básicamente un control de variables antes y en funcionamiento, así como labores de inspección visual tales como nivel de gas refrigerante y aceite.

#### **2.2.4.3. Organización**

La organización del Departamento de Mantenimiento tiene muchas oportunidades de mejora. Es posible apreciar que se encuentran herramientas y equipos ubicados de manera inadecuada, además de ocupar espacios que no corresponden a su utilización. No hay una clara delimitación de cada una de las áreas de trabajo.

En cuanto al recurso humano, existe una persona responsable de las tareas de mantenimiento, quien es apoyada por personal de producción cuando es necesario. Se cuenta también con una pequeña bodega de repuestos, en la cual se almacenan los repuestos e insumos de más alta rotación, como por ejemplo: gas refrigerante, lubricantes, fajas, tornillería, etc.

#### **2.2.4.4. Planificación**

La planificación es uno de los puntos más débiles y cuya carencia ha ocasionado el deterioro, descuido y el mal funcionamiento de los equipos instalados actualmente en la fábrica de Súper Hielos de Guatemala, S. A.

En la fábrica no se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, por equipo o por área, que permita realizar trabajos programados en los equipos y que estos no impacten o impacten en la menor cantidad posible, el flujo normal de la producción.

Establecer un calendario apropiado de mantenimientos, bitácoras, control de repuestos e insumos, permitirá optimizar la utilización de los equipos, teniendo una disponibilidad óptima, reducir los gastos de productos consumibles como refrigerante, aceite, agua y mantener una eficiencia y calidad del equipo según lo deseado.

##### **2.2.4.4.1. Asignación de tareas**

No se tiene actualmente una persona designada para cada una de las tareas relacionadas al mantenimiento, en realidad la única actividad que consiste en contactar a la empresa que brinda apoyo al momento de algún fallo o avería es realizada por el gerente de la empresa o la gerente administrativa en su defecto.

#### **2.2.4.4.2. Controles operativos**

Actualmente no se tiene la implementación de algún control operativo relacionado al Área de Mantenimiento, de manera que se pueda disponer de indicadores o datos estadísticos históricos.

La empresa ha tenido y sigue teniendo una estructura muy pequeña, de manera que el área más sacrificada ha sido la administración, la Gerencia se ha enfocado muy directamente en la producción y especialmente a las épocas de altas demandas como en el verano, y debido a esto se han ido dejando por un lado tareas como el mantenimiento de los equipos y los registros necesarios para la toma de decisiones como bitácoras, planes de mantenimiento y control de los equipos productivos.

#### **2.2.4.4.3. Recursos**

El Departamento de Mantenimiento a pesar de que no cuenta con una estructura formal integrada, logra cubrir con los mínimos requerimientos necesarios para que la operación al menos no se detenga.

De esta cuenta, dentro de los recursos se pueden mencionar: una pequeña bodega de repuestos de más alta rotación, herramienta, así como los insumos principales como lo son lubricantes, fajas, tornillería, etc.

Figura 6. **Bodega de repuestos para mantenimiento**



Fuente: empresa Súper Hielos de Guatemala S. A.

### **2.3. Seguridad e higiene industrial**

Es un conjunto de normas y procedimientos que van a proteger y conservar la integridad física y mental de los colaboradores y clientes, debe ser un compromiso de todos (patronos y trabajadores).

Se deben mantener las instalaciones libres de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, además de conservar los activos de la empresa. Las medidas de seguridad industrial forman parte de la administración de

mantenimiento y deberán observarse en todos los procesos que van desde el diseño de las instalaciones, los procesos, el uso y disposición de los equipos e instalaciones y por consiguiente el mantenimiento de los mismos. Está comprobado que establecimientos que mantienen buenas condiciones de trabajo, sobrepasan en producción a los que carecen de ellas, por lo que hay un beneficio económico que se obtiene de la inversión en mantener buenas condiciones de trabajo.

En Guatemala existen regulaciones y disposiciones de seguridad e higiene industrial tanto en el Código de Trabajo (título quinto, capítulo único) como en el reglamento de seguridad e higiene en el trabajo del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS).

En la empresa actualmente existen muchas deficiencias en el tema de seguridad e higiene industrial. A pesar que existen algunos extintores colocados en algunos lugares de la planta, estos requieren ya de una nueva recarga dado el tiempo transcurrido sin utilizarse, muchas áreas no se encuentran con la señalización apropiada requerida y no se cuentan con procedimientos necesarios para las operaciones realizadas en la empresa, tales como trabajos en altura, trabajos de mantenimiento con equipo de soldadura.

Tabla VI. **Matriz actual de gestión de Seguridad Industrial**

<b>ACTIVIDADES PRIMORDIALES</b>	<b>SE LLEVA A CABO</b>	<b>NO SE LLEVA A CABO</b>	<b>PARCIALMENTE SE REALIZA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Identificación de áreas	Si	x	x	Condiciones de rótulos, pintura, deteriorados en Área de Producción
Procedimientos ocupacionales				No están documentados, no se
Visitas a puestos de trabajo				No hay un equipo conformado para esto
Manejo de desechos				Reciclaje
Equipo d seguridad				En algunos procesos
Equipo para mitigación de fuego				Es necesario evaluar condiciones actuales de los equipos, algunos ya deteriorados
Registros de accidentes, enfermedades e incidentes				No existen datos históricos
Capacitaciones				No existe un programa actualmente

Fuente: elaboración propia.

Las condiciones de los equipos e instrumentos de seguridad no son las más apropiadas actualmente.

Figura 7. **Equipo contra incendios**



Fuente: empresa Súper Hielos de Guatemala S. A.

#### **2.4. Análisis de información**

En el momento de llevar a cabo el proceso de producción, se ven involucrados tres elementos imprescindibles: el operario, la máquina y el material. Para propósitos de este trabajo la investigación, priorizará el seguimiento y evaluación a los equipos instalados.

Luego de realizar el diagnóstico de la situación actual de la empresa, se identificaron las siguientes situaciones:

- Estado técnico y nivel operacional y de instrumentación de equipos principales.

- La carencia de calibración de los instrumentos de medición existentes, no garantiza que las mediciones reflejen las condiciones reales de operación.
- La mayoría del equipo carece de registros de mantenimiento y operación.
- La identificación del personal clave de la fábrica que incide en los consumos energéticos, y la participación de estos en la identificación de las variables de control sobre las cuales estos deben actuar.
- Sistemas de tuberías: algunos tramos de la tubería de transporte de refrigerantes presentan deterioro del aislamiento, mientras en otros se carece del mismo.
- Consumos eléctricos elevados dado los consumos excesivos ocasionados por las malas condiciones de los equipos, especialmente en la planta de producción donde el consumo es mucho mayor.

Análisis FODA: teniendo en cuenta ya todos los aspectos que en la empresa actualmente se manejan en cuanto a estructura organizacional, giro de negocio, condiciones actuales, ventas actuales, equipos, se utilizará un análisis FODA como la herramienta de ingeniería de la cual se valdrá para consolidar un análisis de dicha información.

- Oportunidades
  - O1. La tecnología en el negocio de producción de hielo es una tecnología de punta que se encuentra disponible localmente,

mediante distribuidores directos que ofrecen además asesoría y confiabilidad.

- O2. Participar en el régimen de mercado mayorista y el establecimiento de un contrato anual de suministro de energía eléctrica, mediante una empresa comercializadora que asesore y ofrezca el precio más competitivo y rentable, de acuerdo a las necesidades de la empresa.
  - O3. Amplio mercado actual para los productos y proyección ascendente en un 5 % anual según indicadores, especialmente en departamentos de climas cálidos.
  - O4. Incremento en la venta y consumo en el mercado de bebidas en el territorio nacional.
- Amenazas
    - A1. Incremento al precio de energía eléctrica, especialmente el régimen ligado directamente al precio del barril de petróleo.
    - A2. Las empresas grandes del negocio y con posicionamiento de marca, están lanzando estrategias que pretenden abarcar más territorio y nuevas regiones del país.
    - A3. El país vive actualmente un clima de inseguridad y violencia, que dificulta las entregas del producto en barrios y sectores populares de la ciudad capital, donde se cuenta con una amplia cantidad de clientes.

- A4. Difícil acceso de los productos en supermercados con gran concurrencia de consumidores, debido a acuerdos previamente pactados con productos de compañías grandes a nivel nacional.
  
- Fortalezas
  - F1. La empresa de Súper Hielos de Guatemala se ubica como la 2da empresa con mayor participación de venta en el departamento de Escuintla y distintos municipios de la costa Sur.
  
  - F2. Se cuenta con un laboratorio apropiado de control de calidad, lo que permite un bajo porcentaje de rechazos microbiológicos en los productos, característica conocida ya por los clientes, así como dureza del congelado y resistencia al calor solar.
  
  - F3. El 80 % de los trabajadores de la planta de producción, cuenta con más de 10 años de experiencia laborando en la planta.
  
  - F4. La Dirección General de la empresa está impulsando nuevas iniciativas entre las que se puede mencionar la mejora continua, y proyectos de inversión encaminados a una mejora en la eficiencia de la planta.
  
  - F5. La ampliación de las áreas de carga y descarga, y de los accesos para el transporte de los productos ha mejorado de manera considerable los tiempos de entrega y ahorro en planilla, reducción de personal de transportes en un 20 %.

- F6. Excelente clima laboral por la relación directa de empleados-propietarios.
- F7. Son claras las descripciones del puesto y las especificaciones del trabajo por la unidad reducida del personal.
- Debilidades
  - D1. La oferta actual de los productos no es suficiente para cubrir la demanda, que muestra un acelerado crecimiento en las regiones del sur del país específicamente.
  - D2. La eficiencia actual de los equipos se encuentra en un 75 %, lejos aún del 90 % trazado como meta a corto plazo, en los indicadores en la planta de producción.
  - D3. El estado físico de algunos equipos se encuentra muy deteriorado, situación que provoca un mal aprovechamiento de los insumos y la probabilidad de afectar la calidad del producto final.
  - D4. Actualmente la planta no cuenta con un presupuesto asignado mensualmente al mantenimiento, esto impacta directamente en altos costos por compras de repuestos y mantenimiento correctivo, así como el estado de los equipos.
  - D5. El reemplazo de los equipos actuales por nuevos, no es una opción a corto plazo, dado que no se cuenta con presupuesto asignado para realizar esta inversión.

- D6. Es necesario establecer convenios para la distribución de los productos en el interior del país específicamente.

Tabla VII. **Matriz FODA**

	<b>Lista de Fortalezas</b>	<b>Lista de Debilidades</b>
Factores externos / Factores internos	F1. Segunda mayor participación mercado en costa sur. F2. Excelente calidad, bajo % de rechazos. F3. 80 % de trabajadores con experiencia. F4. Reestructuración Área de despacho y entrega.	D1. Oferta de producto no es suficiente para demanda actual. D2. Eficiencia actual de la planta es baja (75 %) D3. Carencia de presupuesto actual asignado para manto.
<b>Lista de Oportunidades</b>  O1. Adquisición de equipo moderno y tecnología. O2. Estrategias para suministro de energía. O3. Amplio mercado en crecimiento ascendente.	FO (Maxi-Maxi)  1. Incrementar la capacidad productiva y eficiencia de la planta.	DO (Mini-Maxi)  1. Fortalecer las estrategias de negocio para tener mayor participación en los mercados objetivo.
<b>Lista de Amenazas</b>  A1. Incremento del precio de energía eléctrica y sus variables. A2. Acciones y estrategias de empresas grandes para captar más mercado. entrega de producto	FA (Maxi- Mini)  1. Consolidación de la marca gracias a prestigio adquirido dado a la calidad de los productos.	DA (Mini-Mini)  1. Revisión y replanteamiento del modelo de negocio y operaciones de la empresa.

Fuente: elaboración propia.

- **Estrategias**
  - Maxi-maxi (fortalezas y oportunidades):
    - Evaluación de proyecto para ampliación de la planta de producción (F1,O3,O4)
    - Fortalecer imagen de la calidad del producto. (F2, O3,O4)

- Analizar estrategias para una mayor participación dado el crecimiento de mercado de bebidas. (F3, O3,O4)
  - Excelente clima laboral (F5,O3,O4)
  - Claras descripciones del puesto (F6,F2,O3)
- Maxi-mini (fortalezas y amenazas)
  - Consolidar la calidad del producto gracias a la experiencia del equipo de trabajo. (F2,F3,A2)
  - Apoyar las tareas de distribución mediante el fortalecimiento de las medidas de seguridad actuales. (F4, A3, A2)
- Mini-maxi (debilidades y oportunidades)
  - Estrategias para elevar la eficiencia de la planta y atacar las causas de modo que se alcance meta trazada. (D2,O1,O3,O4)
  - Creación de alianzas estratégicas para distribución en mercados de las regiones más importantes. (D4, D1, O3,O4)
  - Impulsar la asignación de presupuesto a mantenimiento de modo que se pueda contar con equipos más eficientes que representen ahorros a la compañía. (D3, D2, O1,O3,O4)
- Mini-mini (debilidades y amenazas)
  - Rediseñar una estrategia de mercadeo para impulsar la marca. (D1,A2)
  - Campaña interna para optimización y ahorro de la energía eléctrica. (D2,A1,A2)
  - Estructuración de plan para incremento de la producción con acciones inmediatas. (D1,D2,A2)

#### **2.4.1.1. Tabulación de resultados**

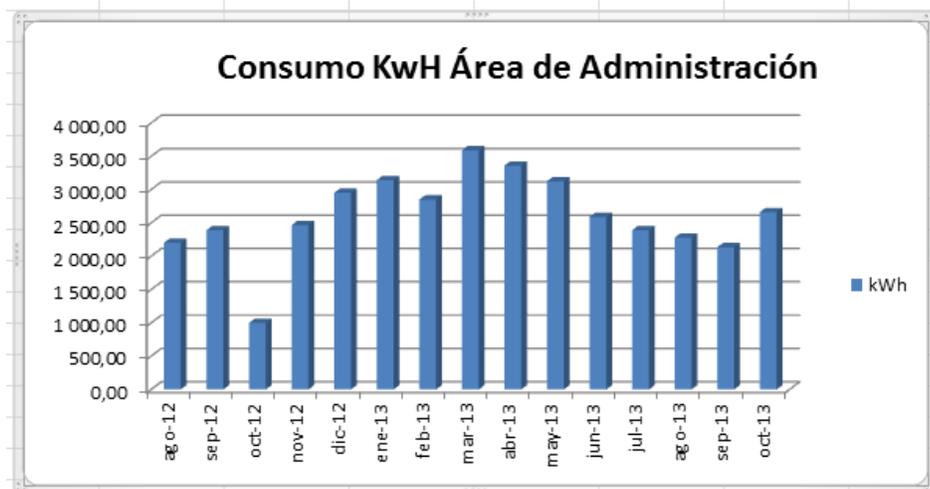
A continuación se presenta la tabulación de los resultados del diagnóstico de consumos eléctricos, agua, insumos que se tienen actualmente en la fábrica.

Tabla VIII. **Resumen consumo histórico energía eléctrica**

Período	Consumo eléctrico				Consumo agua potable	
	Administración		Planta		Planta	
	kWh	Q	kWh	Q	m <sup>3</sup>	Q
ago-12	2 202,00	5 096,00	19 007,00	43 847,00	238,00	5 276,00
sep-12	2 390,00	5 531,00	16 638,00	38 382,00	243,00	5 382,00
oct-12	999,00	2 312,00	14 560,00	33 588,00	175,00	3 876,00
nov-12	2 467,00	5 710,00	11 200,00	25 837,00	215,00	4 762,00
dic-12	2 951,00	6 830,00	14 800,00	34 142,00	242,00	5 360,00
ene-13	3 142,00	7 272,00	17 680,00	40 786,00	316,00	7 000,00
feb-13	2 850,00	6 596,00	17 854,00	41 187,00	327,00	7 243,00
mar-13	3 590,00	8 309,00	18 456,00	42 576,00	345,00	7 642,00
abr-13	3 359,00	7 774,00	18 134,00	41 833,00	339,00	7 509,00
may-13	3 124,00	7 231,00	17 980,00	41 478,00	297,00	6 579,00
jun-13	2 589,00	5 992,00	17 562,00	40 513,00	285,00	6 313,00
jul-13	2 389,00	5 529,00	17 345,00	40 013,00	250,00	5 537,00
ago-13	2 277,00	5 270,00	18 550,00	42 793,00	233,00	5 161,00
sep-13	2 134,00	4 939,00	16 789,00	38 730,00	266,00	5 892,00
oct-13	2 660,00	6 157,00	15 122,00	34 885,00	185,00	4 098,00

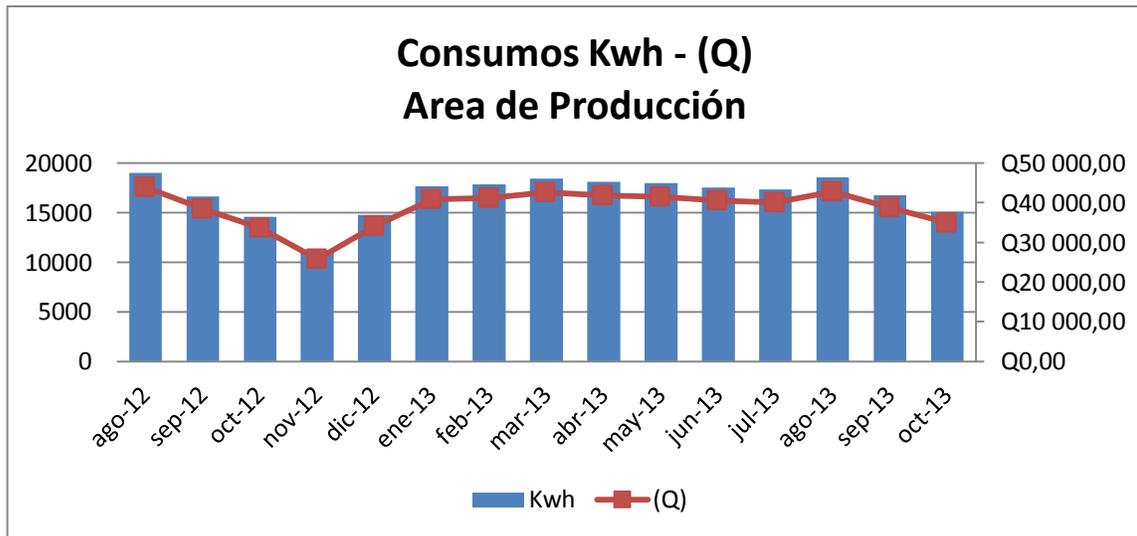
Fuente: empresa Súper Hielos de Guatemala S. A.

Figura 8. **Gráfica consumo mensual energía eléctrica Área de Administración**



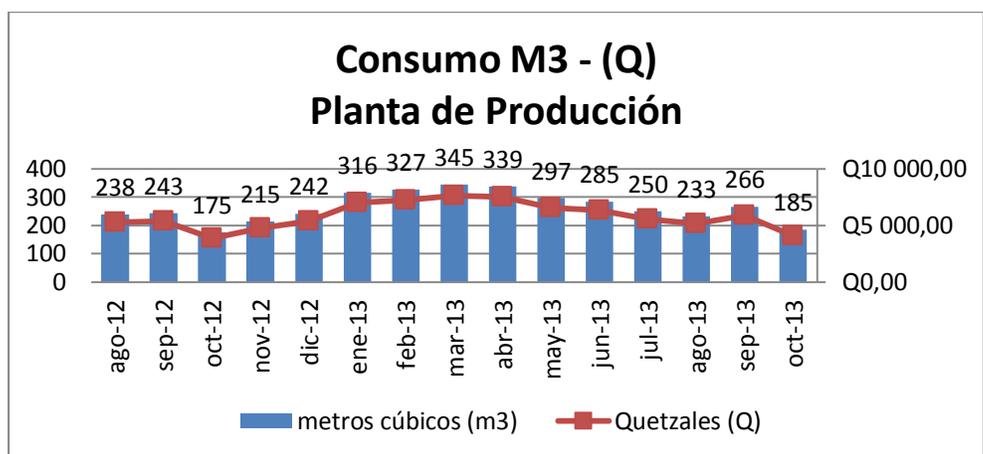
Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Gráfica consumo mensual energía eléctrica Área de Producción**



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Gráfica consumo mensual agua potable Área de Producción**



Fuente: elaboración propia.

#### **2.4.1.2. Diagnóstico situación actual**

Se debe conocer el tipo de equipo que se tiene, tipo de mantenimiento que requiere, los criterios técnicos para la toma de decisiones y por último los formatos de control que se utilizarán en todo el proceso. Luego de realizar el diagnóstico de la situación actual de la empresa, se identificaron las siguientes situaciones:

- Delimitar cada una de las áreas de trabajo, teniendo en cuenta cada uno de los procesos que se desarrollan dentro del taller.
- Mantener cada uno de los equipos en buen estado y ubicados de forma organizada, teniendo la designación de cada una de las áreas de trabajo.
- Desarrollar e implementar un programa de mantenimiento.



### **3. PROPUESTA PARA EVALUAR LA EFICIENCIA Y CALIDAD DEL EQUIPO**

#### **3.1. Descripción de la propuesta**

Como parte importante en el planteamiento de la propuesta es necesario conocer técnicamente el contenido en cada una de sus fases, sus aplicaciones y la importancia de su implementación; para lo cual previamente se deben facilitar los canales de comunicación, a través de la Gerencia y la coordinación del Departamento de Mantenimiento, quienes darán el apoyo requerido necesario.

Al realizar el estudio surge un gran interés en la identificación de actividades relacionadas con el mantenimiento y la eficiencia de los equipos instalados y los productos con los cuales se trabaja, entre ellos el amoníaco, el cual además es un químico altamente tóxico y la exposición de los trabajadores representa un peligro bastante alto, por lo que se decidió también investigar sobre este tema, identificando de primera instancia la existencia de serias fugas de este refrigerante.

En la propuesta para evaluar la eficiencia y calidad del equipo se pretende primordialmente, analizar distintas dificultades durante la operación tales como:

- Verificar la existencia de un plan de mantenimiento con fecha de cumplimiento y que el mismo se esté realizando.
- Establecimiento de un procedimiento para control y notificación de averías, fugas y fallos.

- Existencia de requisitos de seguridad como: válvulas de seguridad, manómetros.
- Estado de equipos de seguridad y medios de protección.
- Iluminación apropiada.
- Comprobar existencia de equipos de *stock* de repuestos, filtros para amoniaco como ejemplo, vida útil, etc.
- Equipos y procesos que representen un alto costo de operación, dado sus condiciones físicas actuales, modo de operación, histórico de mantenimiento, etc.

Para llevar a cabo los análisis y evaluación, se recurrirá a técnicas de ingeniería para determinar las causas tales como un diagrama causa-efecto por mencionar alguno.

Cuando se llega a la implementación de la nueva propuesta, se podrá optar por empezar con pruebas piloto en algunas de las áreas técnicas o grupos de equipos y no pretender implementarla en todo su contenido, de esta manera se pueden ir corrigiendo situaciones no previstas.

### **3.2. Objetivos de propuesta**

Desarrollar, promover e implementar una metodología eficaz para un programa de gestión y administración de recursos, mediante la recolección y el procesamiento de datos en tiempo real e histórico de las principales variables (producción) y de los consumos, usando la técnica de monitoreo y fijación de objetivos para el uso eficiente de la energía en diferentes sectores.

Los objetivos de la propuesta pretenden:

- Implantar una metodología mejorada que permita alcanzar una mayor productividad y un mejor aprovechamiento de los recursos.
- La implementación de un programa de mantenimiento dirigido a la eficiencia energética y disminución de los costos de mantenimiento.
- La creación de una infraestructura de evaluación y control de la eficiencia en el uso del equipo.

### **3.3. Importancia de cambios propuestos**

Los sistemas de refrigeración utilizan principalmente energía eléctrica, la cual es utilizada para mover compresores, motores y otros sistemas asociados. Con el fin de promover un uso eficiente de energía en este tipo de sistemas, es necesario conocer bien las opciones existentes en los sistemas de generación y distribución, así como las oportunidades existentes en su utilización final.

Como primer paso de diagnóstico energético es muy importante conocer también las instalaciones, los sistemas pueden ser variados y de diversa complejidad. Es importante identificar los equipos asociados y generar un esquema de las instalaciones, además de representarlos físicamente en un *layout* de la planta. Idealmente sería de gran beneficio contar con un estudio de energía de las instalaciones, como por ejemplo: termografía en tableros eléctricos, diagramas de distribución, con el objetivo de buscar oportunidades de energía eléctrica.

### **3.4. Consideraciones administrativas**

Actualmente y tal como se analizó en los capítulos anteriores, el recurso administrativo es escaso en la planta de Súper Hielos de Guatemala S. A. Por tal razón se hace el planteamiento para reforzar las áreas que impactan

actualmente de una manera considerablemente fuerte en la planta y que representan oportunidades de ahorros en las áreas que los objetivos plantean.

El plan inicial consiste en que llevar a cabo una reorganización administrativa y un nuevo diseño de administración de las áreas de producción, mantenimiento y de seguridad e higiene industrial.

#### **3.4.1. Área de Producción**

En el Área de Producción actualmente se cuenta con dos operarios, que se encargan principalmente de la operación de los equipos, así como el llenado y embolsado del producto.

Se plantea la creación de un puesto de supervisor de producción que podría ser la promoción de cualquiera de los operadores actuales, llenando esta plaza con la contratación de un operario más para poder completar 3 personas en total. Con lo anterior se pretende desligar de ciertas atribuciones al personal de producción, tales como las tareas de mantenimiento que actualmente llevan a cabo, exceptuando los trabajos de limpieza de sus equipos, etc. Y apoyar de esta manera las iniciativas y proyectos en conjunto con personal subcontratado de empresas especializadas, que se plantean en la propuesta de evaluación de eficiencia de los equipos instalados en la fábrica de Súper Hielos de Guatemala S. A.

#### **3.4.2. Área de Mantenimiento**

En las consideraciones administrativas para el Área de Mantenimiento se propone luego de la evaluación de la situación actual realizada, la creación de la posición de “operario líder”, el cual tendrá como principal característica ser el

enlace entre la Gerencia, el personal de producción y las empresas que brindan un servicio externo de mantenimiento.

Tabla IX. **Descripción perfil operario líder**

**DESCRIPCIÓN DE ATRIBUCIONES POSICIÓN DE OPERARIO LIDER**

<b>Puesto</b>	Operario líder producción
<b>Depende de</b>	Gerente administrativo
<b>Subordinados</b>	Operarios de producción, asistente de mantenimiento, operarios de almacenaje y bodega.
<b>Función básica</b>	Es el enlace directo entre los operarios y la gerencia. Será el encargado de la toma de decisiones y funciones administrativas en el área de producción y mantenimiento.
<b>Responsabilidades</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar informes y reportes de las actividades realizadas</li> <li>2. Asistir a la unidad productiva y de mantenimiento diariamente.</li> <li>3. Llevar el control de la producción.</li> <li>4. Llevar el control del mantenimiento.</li> <li>5. Seguimiento al programa mensual de mantenimiento.</li> </ol>

Fuente: elaboración propia.

### **3.4.3. Seguridad e higiene industrial**

Actualmente no se cuenta con normas de seguridad e higiene en las áreas operativas, tanto mantenimiento, producción y distribución, por tal razón y debido a las necesidades de la empresa se diseñará un plan ordenado de seguridad e higiene para beneficio de todas las personas y para analizar, describir y resolver algunas condiciones o actos inseguros que siempre están presentes en la planta.

Dentro del programa a elaborar, se debe revisar todas las condiciones y actos que parezcan inseguros y atenten contra la salud de alguna persona de la empresa o externa.

A continuación se presentan un listado de actos y condiciones inseguras que se apreciaron en la planta, para poder determinar qué acciones tomar para poder solucionar estas condiciones.

- Actos y condiciones inseguras
  - La bodega actualmente tiene el piso en muy malas condiciones, lo que ocasiona que la superficie se torne muy lisa en algunas partes, adicional al agua que en general se derrama.
  - Uso del equipo de protección personal.
  - Falta de botiquín y área de atención al personal, con las medicinas básicas en caso de suceder un accidente.
  - No existe un área debidamente delimitada para el paso del personal que allí transita y labora en la unidad productiva, así como de visitantes.
  - Conexiones eléctricas expuestas a la humedad y agua.

- El techo y la infraestructura se encuentra demasiado deteriorada y es foco de contaminación.

Figura 11. **Condiciones de estructura de la torre de enfriamiento**



Fuente: empresa Súper Hielos de Guatemala S. A.

Figura 12. **Condición inseguras del piso en la Planta de Producción**



Fuente: empresa Súper Hielos de Guatemala S. A.

- Soluciones propuestas
  - Señalizar el piso, colocar una alfombra antideslizante en los pasillos, en caso que no sea posible fundir o reconstruir los sectores más afectados del piso.
  - Para el uso del equipo de protección personal, se tiene programado impartir pláticas para concientizar al personal y a la vez inculcar la importancia y la costumbre del uso del equipo. Quedará nada más como punto relevante el control del cumplimiento de lo anterior.
  - Las áreas destinadas para los paneles y controles eléctricos deben quedar delimitadas y resguardadas con el equipo de

protección necesario, como tableros con especificaciones correspondientes.

- Instalación de botiquines, señalización de áreas, camillas en el lugar, destinadas en caso de emergencia para la atención de cualquier operario que lo requiera.

### **3.5. Actividades propuestas**

Las actividades propuestas consisten en un grupo de medidas a adoptar para solucionar o al menos minimizar los problemas existentes, en cuanto a los altos consumos eléctricos, consumos de refrigerante e insumos en la fábrica de hielo. Las medidas se sugieren para dar solución a los problemas que salieron a la luz, a través de los análisis tales como: causa-efecto y diagramas de proceso de la planta.

Vale la pena mencionar que las propuestas deben ser validadas por especialistas en sistemas de equipos de refrigeración y fabricación de hielo, para brindar además criterios válidos, que puedan ser tomados en cuenta para dicha propuesta.

#### **3.5.1. Descripción de actividades**

En la siguiente propuesta para la evaluación de la eficiencia y calidad del equipo instalado, se hará énfasis en las oportunidades de ahorro en consumo de energía eléctrica, generación de frío, tiempos mediante una mejor eficiencia de equipos instalados en la producción de hielo específicamente. Adicional a lo anteriormente mencionado dentro de las actividades se contempla la evaluación de las condiciones del ambiente y entorno, en el cual se llevan a cabo las actividades como parte de la evaluación de los equipos y el nivel de

contaminación, visual, auditiva, etc. que pueden generar. Actividades que se contemplan:

- Planificación de actividades técnicas
- Programar recorrido para evaluación
- Evaluación de funcionamiento de compresor
- Evaluación de funcionamiento de condensadora
- Evaluación de funcionamiento de evaporadora
  - Evaluación de fugas de gas a lo largo del sistema
  - Evaluación de funcionamiento de torre de enfriamiento
  - Evaluación de tableros, paneles y motores eléctricos
  - Evaluación de motores eléctricos
  - Inspección de instalaciones físicas y ambiente de la planta
  - Realizar reporte de auditoría técnica de los equipos
  - Realizar reporte de auditoría técnica de medidas de seguridad
  - Realizar reporte de actividades de mantenimiento
  - Finalización y notificación a gerente de planta
  - Elaboración de informe

#### **3.5.1.1. Área de Producción**

La evaluación de la eficiencia desde un punto de vista de producción, será analizada mediante los registros de control de la producción, disponibilidad de los equipos, tiempos muertos, paros operacionales involuntarios.

En la actualidad el historial y registro histórico se lleva únicamente para la cantidad de producción mensualmente. Por lo anterior la propuesta comprenderá establecer parámetros de medición, registros e indicadores que sean el pilar para la toma de decisiones y acciones consiguientes.

### 3.5.1.2. Área de Mantenimiento

Las actividades consisten en una evaluación y diagnóstico de las condiciones de operación actuales de los equipos productivos. Lo anterior permitirá establecer un parámetro e identificar los puntos en los cuales se está teniendo más desperdicios de insumos, energía, agua y tiempo, y que será donde se debe enfocar los esfuerzos de este estudio.

Algunas de las actividades comprenden:

- Medición de consumo de amperaje en todos los equipos
- Instalaciones eléctricas
- Evaluación de fugas de refrigerante
- Evaluación de áreas de consumos excesivos de agua

Las actividades comprenderán la medición, análisis y evaluación de:

- Aumento de la temperatura de evaporación: mientras mayor es la temperatura de evaporación de un sistema, menor es su consumo de energía. La reducción del volumen de específico del refrigerante, asociado al aumento de la temperatura de evaporación, afecta la capacidad frigorífica del compresor y las pérdidas en la línea de succión. Es posible estimar que por cada 1 °C de aumento en la temperatura de evaporación, podría obtenerse un aumento de un 4 % a un 6 % en la capacidad frigorífica del compresor. Las actividades comprendidas para reducir la temperatura de evaporación son:
  - Mantener evaporadores libres de hielo.
  - Evitar obstrucciones al flujo de aire en las cámaras de frío.

- Mantener los intercambiadores de calor libres de obstrucciones, aceite y demás residuos.
- Evitar la acumulación de aceite de los compresores en los evaporadores, para esto es necesario dimensionar correctamente las líneas de succión y utilizar separadores de aceite eficientes.
- Control de la presión de condensación: la unidad condensadora posee consumos eléctricos muy variables que dependen de factores tales como demanda de frío de la unidad evaporadora, condiciones de temperatura interna y temperatura ambiental externa. El consumo promedio de kWh se reduce en horarios nocturnos que durante el día.

Las acciones para una baja en este consumo consisten en la instalación de cortinas en los cuartos fríos para evitar altas de temperatura al estar en contacto con el ambiente durante el ingreso y salida de hielo de los cuartos.

- Elevar la eficiencia de equipos de compresión: para lograr esta tarea se requiere de la ejecución de trabajos de mantenimiento de los equipos para garantizar su funcionamiento óptimo.
- Medidas organizativas de control: establecimiento de hojas de control, registro de producción, mantenimiento preventivo, costos de operación e insumos.
- Medición de los consumos eléctricos por fase, del compresor y ventilador de la unidad condensadora: esto debe realizarse tanto en la mañana, como en la tarde ya que el incremento en la temperatura ambiental externa y consecuentemente de la temperatura interna del área en

alguna medida genera aumentos de consumo eléctrico en cierto porcentaje.

- Medición de temperatura de evaporación durante tempranas horas en la mañana: en muchas ocasiones esta temperatura es mucho más baja de lo necesario lo cual implica un mayor uso de energía.
- Mantenimiento de compresor en el área: es muy importante realizar este servicio para constatar el estado del equipo, limpieza y niveles de acidez en el mismo.
- Análisis de fugas en sistema de refrigeración: el análisis del recorrido del gas refrigerante (amoníaco) durante el proceso de refrigeración es muy importante para identificar las fugas de este gas que pueden estar presentes a lo largo del ciclo en el sistema. Esto permitirá concretar un ciclo de enfriamiento del gas mucho más eficiente y ahorro en la recarga frecuente de gas como es actualmente.
- Motores eléctricos en sistema de refrigeración: es muy importante considerar la otra parte de un sistema de enfriamiento, que consiste en la parte eléctrica con la que se alimentará de energía el sistema, para poderlo operar y que se debe tener en suficiente cantidad y condiciones, para satisfacer la demanda de energía requerida por el sistema de enfriamiento. La parte eléctrica se divide en: el sistema eléctrico de poder, el sistema eléctrico de control, y el sistema eléctrico de protección.

Desde el punto de vista económico, el mejor sistema de refrigeración es aquel que remueve la mayor cantidad de calor  $Q_c$  del refrigerador, con la mínima cantidad de trabajo mecánico u energía del compresor  $W$ .

Las actividades a realizar comprenden la medición de potencia de motores eléctricos, mediante la estimación de pérdidas eléctricas y mecánicas dado que la medición exacta es prácticamente imposible para este tipo de motores, restándola a la potencia de entrada. Lo anterior debe realizarse tanto para motor de accionamiento de compresor, accionamiento de ventiladores de condensador, evaporador, accionamiento de bombas para mover el agua fría y máquinas para fabricación de hielo.

- Condiciones de la planta, respecto a contaminación auditiva y ambiental: es necesario evaluar condiciones de humedad en el entorno de los equipos eléctricos como tableros, y paneles de control, que pudieran afectar los mismos y generar condiciones inseguras. El polvo y el ruido también representan un factor a tener en cuenta por lo que se debe contemplar:
  - Evaluación de niveles y control de ruido
  - Extracción de polvo y humo
  - Ambientes explosivos
  - Ventilación de las áreas
  - Ambientes agresivos

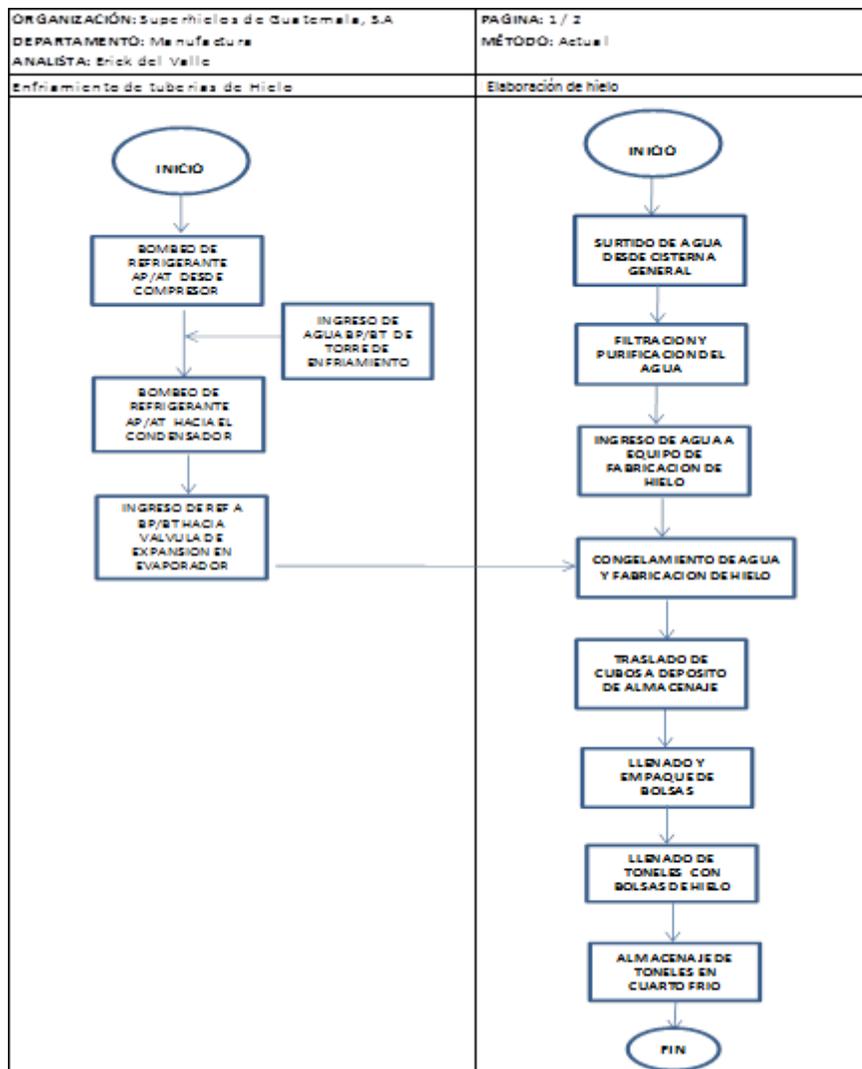
### **3.5.1.3. Seguridad e higiene industrial**

A continuación se presenta la propuesta de seguridad e higiene industrial.

### 3.5.2. Diagrama de procesos propuesto

En la propuesta de un nuevo diagrama de procesos se analizan las actividades que los equipos por su poca eficiencia y obsolescencia requieren, como suministro de agua adicional dado pérdidas.

Figura 13. Diagrama de proceso propuesto



Fuente: elaboración propia, con Microsoft Visio 2010.

### 3.5.3. Instalaciones

Luego de haber recorrido las instalaciones y cada una de las áreas donde se encuentran instalados los equipos se han logrado identificar muchas áreas de oportunidad en cuanto a ahorros de energía, ahorros de insumos, así como áreas de riesgo dado que representan una condición insegura y ponen en riesgo los equipos como el personal que los opera.

Para lo anterior se propone aplicar una metodología de orden y limpieza como lo es 6'S entre otros, ya que con acciones muy simples se podrá observar cambios muy representativos de manera pronta en los aspectos anteriormente mencionados.

Figura 14. **Condición insegura de conexión eléctrica en el Área de Producción**



Fuente: empresa Súper Hielos de Guatemala S. A.

Figura 15. **Iluminación de la Planta**



Fuente: empresa Súper Hielos de Guatemala S. A.

Figura 16. **Equipo obsoleto en el Área de Producción**



Fuente: empresa Súper Hielos de Guatemala S. A.

### **3.6. Controles operativos**

Convencidos que se está frente a uno de los sistemas energéticos de mayor demanda en el consumo de energía, es razonable establecer un control de su operación. Para realizar el control se requiere que el sistema tenga instalados los medios de diagnósticos imprescindibles, con el objetivo de poder medir los parámetros de presión y temperatura en los principales puntos del ciclo térmico.

Otros controles operativos comprenden además la creación de tablas de control, una programación mensual de mantenimiento de los equipos, manuales operativos, *check list* de servicio por equipos, orden de trabajo, orden de requisición de insumos, lo que en su conjunto conformará un sistema de producción más ordenado, programado, con indicadores e información necesaria que permitirá a la Gerencia tomar las mejores decisiones, ser más eficientes gracias a la reducción de paros operacionales derivado de un estado óptimo de las máquinas de producción.

La propuesta para la implementación de los controles operativos debe venir acompañada de la creación consecuente de reportes correspondientes, el registro apropiado de la información y la bitácora de cada uno de los equipos, todo esto enfocado en una mejora de la eficiencia y la calidad de los equipos instalados en la planta.

Tabla X. **Puntos de medición de los parámetros de operación**

PUNTO	UBICACIÓN	ESTADO DE REFRIGERANTE	INSTRUMENTO	MEDICIÓN	CORRIENTE O FLUJO
1	Succión de compresor	Vapor recalentado	Manómetro	Presión manométrica	Refrigerante
			Termómetro	Temperatura	Refrigerante
2	Descarga de compresor	Gas recalentado	Termómetro/manómetro	Temperatura/presión man.	Refrigerante
3	Entrada evaporador	Vapor saturado	Termómetro/manómetro	Temperatura/presión man.	Refrigerante
4	Salida evaporador	Vapor recalentado	Termómetro	Temperatura	Refrigerante
5	Recipiente de líquido	Líquido (liq. en equilibrio con vapor)	Manómetro	Presión manométrica	Refrigerante
6	Antes válvula de expansión	Líquido subenfriado	Termómetro/ visor	Temperatura /observacion	Refrigerante
7	Temperatura ambiente	N/A	Termómetro	Temperatura	Aire ambiente
8	Presión atmosférica	N/A	Manómetro	Presión manométrica	Medio ambiente
9	Entrada condensador	Gas recalentado	Termómetro	Temperatura	Fluido que enfría el refrigerante
10	Salida condensador	Líquido (liq. en equilibrio con vapor)	Termómetro	Temperatura	Fluido que enfría el refrigerante
11	Flujo	N/A	Anemómetro/ metro	Flujo	Fluido que enfría el refrigerante
12	Temperatura entrada evaporador	N/A	Termómetro	Temperatura	Fluido enfriado por el refrigerante
13	Temperatura salida evaporador	N/A	Termómetro	Temperatura	Fluido enfriado por el refrigerante
14	Flujo	N/A	Anemómetro/ metro	Flujo	Fluido enfriado por el refrigerante
15	Temperatura zona enfriada	N/A	Termómetro	Temperatura	Ambiente refrigerado
16	Tensión eléctrica de motor	N/A	Volímetro	Voltaje	Fluido eléctrico
17	Intensidad eléctrica de motor	N/A	Amperímetro	Amperaje	Fluido eléctrico
18	Factor Potencia	N/A	Fasímetro	cos f	Fluido eléctrico

Fuente: empresa Súper Hielos de Guatemala S. A.

- Programación anual de mantenimiento preventivo: para poder llevar a cabo una planeación anual de actividades, es necesaria la utilización de una planeación como la siguiente en el cual cada una de las actividades a detallar son las descritas en las rutinas de mantenimiento para cada área o equipo.

- Actualmente no se cuenta con una programación similar que permita visualizar de forma calendarizada, las tareas de mantenimiento. Existe algún software que realiza la función de administrar las tareas, llevar registro de control de repuestos, de insumos, hasta mostrar el estado actual de los equipos de producción.
- Para el presente estudio se grafica una propuesta de calendario anual, en el cual se incluye el detalle de los equipos actuales, la frecuencia con que se debería atender los mantenimientos preventivos de los equipos.
- Manuales de mantenimiento: los manuales son procedimientos de trabajo que se preparan para ayudar al personal de mantenimiento. Se elaboran teniendo en cuenta los catálogos de los equipos suministrados por el fabricante y la experiencia de los técnicos.
- Descripción de las actividades de mantenimiento: contiene las actividades de mantenimiento que se deben realizar con cada equipo, con la finalidad de eliminar o disminuir los problemas más frecuentes que provocan el paro de una o varias máquinas. Estas actividades se obtienen de los manuales de los fabricantes, de la experiencia de los trabajadores, etcétera, y tienen una duración anual o bienal, según se vaya comprobando su grado de eficiencia y aplicabilidad.

Para poder llevar un control del mantenimiento en las plantas de GLP se tiene que tomar en cuenta, todas y cada una de las áreas básicas que componen una planta, es decir todos sus equipos, instalaciones,

dispositivos, mecanismos y elementos de seguridad que garanticen un buen desempeño de sus funciones.

Con base en las necesidades de cada planta en general y los aspectos principales de mantenimiento de plantas industriales, se realizó una clasificación y una descripción de las actividades de mantenimiento para cada equipo y área, según la distribución de la planta, tomando en cuenta cada uno de los equipos y ambientes involucrados.

Se propone la utilización de un formato para la ejecución de una rutina de mantenimiento para cada equipo, o sea, la relación de acciones a realizar para un mantenimiento preventivo, el cual es presentado de la siguiente forma:

- Compresor de gas refrigerante: los compresores son parte fundamental del proceso diario dentro de la planta, se debe por tanto tener un control de su funcionamiento, realizando las actividades de inspección, ajustes y limpieza, además se recomienda tener los repuestos necesarios como: sellos, aceite, cojinetes y otros.

Figura 17. Hoja de control para mantenimiento de compresor

**RUTINA DE MANTENIMIENTO**

Favor indicar en cada renglón con un cheque si la actividad fue realizada y todo se encuentra correctamente.  
 Anotar con una (X) si algún parámetro se encuentra fuera de lo normal y anotar cualquier observación importante adicional y trasladarla al supervisor del área

Rutina de mantenimiento			
Compresor de gas			
	Inspección ajuste y limpieza	Status	Observaciones
			Frecuencia
1	Realizar control visual de fugas		Diario
2	Control visual de vibraciones		Diario
3	Revisar caja de mandos		1 año
4	Mantenimiento a los pulsantes		5 meses
5	Limpieza caja de mandos		5 meses
6	Mantenimiento al motor		5 meses
Ejes, cojines y engranajes			
1	Lubricar ejes , cojinetes y engranajes		5 meses
2	Control visual de vibraciones, temperatura		5 meses
Motor			
1	Medir temperatura del motor		Mensual
2	Verificar nivel de aceite		Cada semana
3	Revisar camisa de la bomba y tornillo sin fin		1 año
Acetes y sellos			
1	Limpieza de sellos contrafuga		5 meses
2	Extraer el codo de salida de aceite de la caja de engranajes		5 meses
3	Revisar tubería de entrada y salida de aceite		5 meses

Fuente: elaboración propia.

- Instalaciones generales: actividades a realizar para la ejecución del mantenimiento preventivo de las instalaciones físicas de la planta.

Figura 18. **Hoja de control para mantenimiento de las instalaciones generales**

**RUTINA DE MANTENIMIENTO**

Favor indicar en cada renglón con un cheque si la actividad fue realizada y todo se encuentra correctamente.  
Anotar con una (X) si algún parámetro se encuentra fuera de lo normal y anotar cualquier observación importante adicional y trasladarla al supervisor del área

Rutina de mantenimiento			
Instalaciones generales			
Lámparas e iluminación	Status	Observaciones	Frecuencia
1 Realizar control visual			Diario
2 Limpieza externa			6 meses
3 Limpiar pantalla o difusor, y limpiar polvo acumulado			6 meses
4 Revisar bombillos y/o tubos de neón			Diario
Pintura, paredes y puertas			
1 Realizar control visual			Diario
2 Pintar paredes perimétricas			1 año
3 Pintar área administrativa, paredes y puertas			2 años
4 Pintar bordes, estructuras metálicas y áreas generales			1 año
Limpieza de techos			
1 Realizar control visual			Mensual
2 Limpieza de láminas, barrer hojas de los árboles			6 meses
3 Barrer techos y retirar objetos o basura			6 meses
4 Limpiar y/o destapar caídas de agua y canales			1 año
Pintura, caminamientos y áreas restringidas			
1 Limpiar, barrer y desocupar toda el área de tráfico			Diario
2 Pintar con pintura de tráfico todos los caminamientos, pasos peatonales y parqueos			8 meses
Rótulos			
1 Inspección visual del estado físico			Diario
2 Limpiar polvo y suciedad			Mes
3 Ajustar bases y bases donde se instalaron			5 meses

Fuente: elaboración propia.

- Como realizar el mantenimiento: los cuadros anteriores proporcionan no solo la información necesaria sobre las tareas y pasos que se deben ejecutar para cada área o equipo, sino que también se pueden utilizar como una lista de chequeo y una guía con los pasos necesarios, además con la misma se puede dejar registros, llevar controles y hacer las observaciones o reportes necesarios sobre los hallazgos que se puedan presentar.

Se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Buscar la hoja para ejecutar la rutina correspondiente.
- Preparar el material, las herramientas, el equipo y los repuestos necesarios para ejecutar la rutina.
- Dirigirse hacia el lugar donde se encuentra el equipo.
- Llenar el encabezado del formato.
- Hablar con el operador para detectar fallas en el funcionamiento del equipo (ejecutar una prueba de funcionamiento junto con el operador si es posible).
- Ejecutar paso por paso las instrucciones indicadas en el formato, señalando con un cheque después de ejecutar cada paso (no olvidar leer las recomendaciones al pie de página del formato).
- Si el problema indicado por el operador no ha sido corregido, anotarlo en observaciones para que el jefe de mantenimiento pueda programar una visita, para brindar el mantenimiento correctivo.
- Regresar la hoja al Departamento de Mantenimiento para la firma de aceptación.

- Nótese que para que estos pasos puedan darse, la rutina debe haber sido previamente programada.
- Fichas de trabajo: para que el programa de mantenimiento cumpla las actividades, se debe elaborar fichas de trabajo que contemplen las órdenes, los materiales y repuestos, para finalmente reportar y hacer un historial de los equipos. Esto servirá para retroalimentar el programa de mantenimiento. Entre los principales tipos de fichas, están los siguientes:
  - Orden de trabajo: depende del plan en el que se especifican los cambios, reparaciones, emergencias, etcétera, que serán atendidos por el equipo. Esta orden será solicitada por el jefe de turno y aprobada por el encargado de mantenimiento. Debe tenerse en cuenta que ningún trabajo podrá iniciarse sin la respectiva orden, y sin que las condiciones requeridas para dicha labor hayan sido verificadas personalmente por el encargado. Para esto se debe tener en cuenta la siguiente jerarquía:
    - Emergencia: son aquellos trabajos que atenten contra la seguridad de la planta, averías que significan grandes pérdidas de dinero o que pueden ocasionar grandes daños a otras unidades. Estos trabajos deben iniciarse de forma inmediata y ser ejecutados de forma continua hasta su completa finalización. Pueden tomar horas extra.
    - Urgente: son trabajos en los que debe intervenir lo antes posible, en el plazo de 24 a 48 horas después de solicitada la orden. Este tipo de trabajos sigue el procedimiento normal de programación. No requiere sobretiempos, salvo que ello sea solicitado explícitamente por la dependencia correspondiente.

- Normal: son trabajos rutinarios cuya iniciación puede ser de tres días después de solicitada la orden de trabajo, pero pueden iniciarse antes, siempre que exista la disponibilidad de recursos. Sigue un procedimiento normal de programación.
- Permanente: son trabajos que pueden esperar un buen tiempo, sin dar lugar a convertirse en críticos. Su límite de iniciación es aproximadamente dos semanas después de haberse solicitado la orden de trabajo.
- Sigue la programación normal y puede ser atendido en forma cronológica de acuerdo con lo programado.

A continuación se muestra el ejemplo de una ficha de “orden de trabajo” donde se debe anotar el código del equipo, la sección de trabajo, el número de actividad que se debe realizar, la prioridad (emergencia, urgente, etcétera), la fecha, la mano de obra, los materiales, etcétera.

Figura 19. **Ficha para solicitud de orden de trabajo**

Nombre de la empresa:		Orden de trabajo No.:		Fecha:			
Numero de actividad:		Aprobado por :		Turno:			
Código del equipo:		Especifique trabajo por realizar:		Equipo:			
Area:							
Prioridad:	Emergencia	Naturaleza de la inspección:		Electrica	Preventivo		
	Urgente			Mecanica	Inicio		
	Normal			Auxiliar	Terminado		
	Permanente						
Especificaciones del trabajo por realizar	Mano de Obra			Materiales utilizados			
	Trabajo realizado por:	Tiempo:	Salario:	Costo	Descripción	Unitario	Relativo
Costo de mano de obra			Costo de materiales:		Costo total:		
Revisado			Observaciones				
Jefe de Mantenimiento			Jefe de turno Producción				

Fuente: elaboración propia.

- Solicitud de repuestos y materiales: para proveer de materiales y repuestos al personal de mantenimiento, se elabora una ficha denominada solicitud de repuestos y materiales, donde se solicita a almacén estos insumos. Esta ficha servirá para llevar un control adecuado de repuestos y materiales. Va acompañada de la orden de trabajo.



Figura 21. **Ficha de trabajo para el reporte semanal de mantenimiento preventivo**

Nombre del equipo:.....

Area: .....

Turno: .....

Fecha	Codigo del equipo	Orden de trabajo No.	Trabajo realizado				Materiales	Costo

Observaciones:.....  
.....

Fuente: elaboración propia.

- Historial del equipo: después de intervenir cada equipo, se registra en la ficha historial del equipo la fecha, los servicios y reposiciones realizadas, los materiales usados, etcétera. Esta ficha también servirá para controlar la operación y calidad de modificar el programa de mantenimiento.

Figura 22. **Ficha de trabajo del registro de historial del equipo**

Nombre de la empresa:.....

Equipo:..... Código del equipo:.....

Fecha	Orden de trabajo n.º	Descripción de los servicios y reposiciones realizados	Materiales utilizados	Responsable de turno

Fuente: elaboración propia.

- Almacén de repuestos: es importante tener un registro de control de materiales para conocer lo siguiente:
  - Qué se debe tener en *stock*
  - Cuándo hacer un pedido de repuestos
  - Cómo codificarlos para uso

Figura 23. **Ficha de registro de artículos de almacén**

Nombre de la empresa				
Item	Código	Descripción	Unidad	Cantidad
Observaciones				

Fuente: elaboración propia.

### 3.7. **Actividades de capacitación personal fábrica**

Como parte de las responsabilidades y funciones de la Gerencia de la empresa, se debe promover la actualización y capacitación continua de su personal a través de los medios que considere más adecuados, para esto se deberá llevar un registro de las actividades indicando:

- Tipo de actividad
- Institución o empresa organizadora
- Responsable de capacitación
- Duración
- Contenido

### 3.7.1. Taller introductorio propuesta (4 horas)

En el taller introductorio se pretende poder dar a conocer al personal de la planta, todo lo concerniente a las actividades a llevarse a cabo, la manera en que se hará y se solventarán todas las dudas que en ese momento pudieran existir.

### 3.7.2. Curso responsables (6 horas)

Dentro de las charlas de inducción y capacitaciones que se tienen programadas, se ha designado una figura como encargado para llevar a cabo la misma. De tal forma tanto las capacitaciones como responsables se resumen de la siguiente manera.

Tabla XI. Responsables de capacitación y cursos

Modulo	Contenido	Tiempo de duración	Metodología
1	Proceso de refrigeración. Fundamentos	4 hora	Supervisor de producción
2	Refrigeración eficiente, operación, mantenimiento y servicio	6 horas	Empresa de mantenimiento
3	Mantenimiento preventivo. Implementación	2 horas	Empresa de mantenimiento
4	Buenas Prácticas de Manufactura, programa 6 S y seguridad industrial	2 horas	Gerencia administrativa
5	Eficiencia energética, cálculo y oportunidades de mejora	1 hora	Gerencia general, analista de ingeniería

Fuente: elaboración propia.

### 3.8. Costos de la propuesta

Los costos que se obtuvieron fue la totalidad del proyecto así como mejoras en las inspecciones, que realizarán las empresas contratadas para realizar reparaciones y mejoras en instalaciones y la seguridad en cada una de ellas.

Para el análisis de costos, se toma en cuenta el material necesario y las actividades a realizar desde su inicio luego de aprobado, consiste en dar a conocer las nuevas disposiciones, hasta la realización de cada visita o inspección.

Con este proyecto se busca evitar incurrir en gastos innecesarios y aprovechar que se cuenta con el respaldo de la actual Gerencia General, lo que permite su aprobación y facilita su ejecución.

Tabla XII. **Costos estimados para la ejecución del proyecto**

DESCRIPCIÓN	DETALLE
<b>Análisis de termografía para equipos eléctricos</b>	Un estudio único en los tableros principales
<b>Evaluación de condiciones actuales de los equipos</b>	Empresa especializada para llevar una evaluación general de los puntos en mención
- Evaluación de fugas de refrigerante en el sistema	
- Evaluación de funcionamiento compresor	
- Evaluación de bombas y motores electricos	
- Diagnóstico de condiciones actuales de equipo de producción de hielo	
<b>Cotización de trabajos de mantenimiento instalaciones</b>	Empresa especializada para llevar una evaluación general de los puntos en mención
- Trabajos de pintura general	
- Evaluación de condiciones de estructuras, pisos, etc.	

Fuente: elaboración propia.

### **3.9. Beneficios de cambios propuestos**

Los efectos en productividad al tener un mantenimiento óptimo se verán reflejados en aumento en los indicadores de producción, reducción de paros por fallos, reducción de costos de operación y consumo de energía eléctrica, mejor coordinación entre los Departamentos de Producción y Mantenimiento, disminución de los costos de mantenimiento.

Adicional se pretende elevar el nivel de cultura energética, mediante las capacitaciones realizadas a todos los empleados sobre su incidencia en el consumo energético y las herramientas implementadas.

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Metodología de implementación de propuesta para evaluación de la eficiencia y calidad del equipo**

Los efectos en productividad al tener un mantenimiento óptimo se verán reflejados en aumento en los indicadores de producción, reducción de paros por fallos, reducción de costos de operación y consumo de energía eléctrica, mejor coordinación entre los Departamentos de Producción y Mantenimiento, disminución de los costos de mantenimiento.

Adicionalmente se pretende elevar el nivel de cultura energética, mediante las capacitaciones realizadas a todos los empleados, sobre su incidencia en el consumo energético y las herramientas implementadas.

- Protocolo de toma de dato para determinación de rendimientos instantáneos de los equipos de fabricación de hielo: con el objetivo de efectuar tomas de datos coherentes, así como para obtener y conservar un registro adecuado de los datos tomados, sin olvidar ningún parámetro, es recomendable utilizar formularios o fichas de toma y registro de datos, de los tipos que, como ejemplo, se recogen a continuación.
  - Se deberá complementar una ficha completa para cada máquina inspeccionada, o como mínimo, los datos pertinentes en cada caso y para cada tipo de máquina. En máquinas de producción de hielo o con varios circuitos frigoríficos será necesario

complementar una ficha de toma de datos por cada circuito o por cada compresor que forme parte del sistema.

- Es recomendable efectuar tres medidas de los datos de funcionamiento actuales, en condiciones estables, entre las que siempre se producirán variaciones en los valores de algunos de los parámetros, y obtener posteriormente los valores medios. Con este fin las fichas incluyen tres columnas para las tomas de datos actuales, además de la correspondiente a los datos de condiciones nominales (de diseño), que servirán para comparar los datos de partida o de puesta en marcha inicial con los obtenidos en cada inspección y poder así determinar desviaciones o tendencias, en el transcurso de periodos de tiempo definidos o entre una inspección y otra.
- Condicionantes para la toma de datos: uno de los condicionantes ideales para la toma de datos es poder tomar los equipos en condiciones de plena carga, lo que también significa que serán más cortos los periodos de tiempo en los que los equipos y las condiciones se mantengan estables.
- Consideraciones de carácter general: existen muchas consideraciones que son válidas e importantes tener en cuenta. Para la toma de datos y medición de los equipos de producción se nombran las siguientes:
  - Antes de proceder a la toma de datos, los equipos autónomos sobre los que se vayan a efectuar mediciones, deberá estar funcionando de forma estable durante un tiempo mínimo de 5 minutos.

- Si fuera preciso, se podrá actuar sobre los elementos de la instalación conectados con la máquina, manipulándolos con la requerida prudencia, con el fin de conseguir estabilidad en las condiciones de trabajo durante el tiempo de duración del proceso de toma de datos, sin afectar, en ningún caso, a su seguridad de operación y funcionamiento.
- En ningún caso se deberán condicionar manualmente y de forma externa, los valores de limitación de presión consignados en los elementos de seguridad de una máquina.
- Para la medición de cada parámetro se deberán utilizar exclusivamente instrumentos de medida idóneos y debidamente contrastados. El contraste de los instrumentos de medida se deberá efectuar con frecuencia anual, respecto a instrumentos patrón calibrados, que a su vez deberán ser recalibrados con frecuencia quinquenal, en laboratorios oficiales. Todos los instrumentos de medida que se utilicen dispondrán de ficha técnica y de certificado de calibración, en cumplimiento de las especificaciones.
- Medición de temperaturas:
  - Para mediciones en el interior de máquinas, plenums o conductos de gran tamaño, o en el ambiente, es recomendable utilizar prolongadores que permitan evitar la entrada de la persona que deba efectuar las tomas de datos o, al menos alejar el elemento sensible del instrumento de medida del entorno de influencia de la persona, con el fin de conseguir mediciones más precisas.

- En general, para efectuar mediciones de temperatura en diferentes puntos en circuitos de agua y sobre todo para medir temperaturas de aire en diferentes puntos, como resulta necesario cuando se trabaja sobre equipos autónomos por la escasez de espacio libre, para servicio que suele ser tónica general, es recomendable utilizar instrumentos de medida que permitan la conexión simultánea de varios sensores y la lectura rápida y sucesiva de los valores obtenidos por cada uno de ellos.
- Para las tomas de datos sobre circuitos de agua será preciso utilizar sensores de contacto, ya que no será habitual disponer de dedos de guante fijos sobre las tuberías, dado que estas serán normalmente de pequeño diámetro. Proceso de toma de datos y se ahorra mucho tiempo, evitando tener que rechazar algunos valores, ya tomados, si durante el proceso de la toma de datos se produce una modificación en las condiciones de estado de la máquina.
- Medición de presiones de trabajo de los equipos de fabricación del hielo.
  - Para la medición de presiones en circuitos frigoríficos y en circuitos de agua es recomendable utilizar manómetros fijos, de escala adecuada a las presiones que se vayan a medir, que deberán contrastarse antes de iniciar una toma de datos. La utilización de manómetros portátiles, cambiando las conexiones entre un punto y otro cada vez que se tiene que tomar un dato, implica pérdidas de tiempo importantes, que deben evitarse al máximo posible dada la variabilidad de las condiciones de funcionamiento de una máquina en cortos periodos de tiempo.

- En los circuitos frigoríficos podrán utilizarse los manómetros instalados en las máquinas, o los datos de presiones que facilitan los módulos electrónicos de control, siempre que se contrasten previamente las medidas con un manómetro patrón debidamente calibrado. Cuando la máquina objeto de análisis no disponga de manómetros, ni de ningún otro medio fijo de lectura de presiones, se deberán utilizar manómetros portátiles contrastados que se conectarán a las tomas de presión que existan en la máquina.
- Medición de caudales de agua circulante en los equipos: para la determinación de los rendimientos instantáneos de una planta enfriadora de agua para la fabricación de hielo, es imprescindible conocer el valor del caudal instantáneo del agua, o de la solución anticongelante, que circula a través de su evaporador, así como el del caudal instantáneo de agua que circula a través del condensador en máquinas de condensación por agua.

Es importante tomar en cuenta la dificultad que entraña la medición directa de caudales en las instalaciones reales a las que se está acostumbrado, como consecuencia de la inexistencia habitual de caudalímetros fijos intercalados en las canalizaciones de agua de los evaporadores y mucho menos aun en las de los condensadores.

La carencia de instrumentos fijos para la medición directa de caudales de agua obliga a obtener estos datos por los procedimientos indirectos, que se resumen a continuación desde un punto de vista práctico. Sin tener en cuenta la posibilidad de instalar un caudalímetro en los puntos donde sea necesario medir un caudal, lo que resultaría bastante complicado sobre una instalación existente. Los procedimientos para determinación

indirecta de los caudales de agua en circulación a través de cualquier tipo de intercambiador de calor, en estas instalaciones, son los siguientes:

- Medición de las presiones de entrada y salida del fluido al intercambiador, con las precauciones indicadas en los párrafos dedicados a la medición de presiones, y determinación de la pérdida de carga por diferencia entre las dos presiones anteriores. Traslado del valor de caída de presión obtenido a la curva de características caudal-pérdida de carga del intercambiador, en cuestión e identificación sobre estas curvas del caudal teórico en circulación en función de la caída de presión real medida. Las curvas características de los intercambiadores de calor deben ser facilitadas por los fabricantes, para cada caso concreto.
- Medición de la presión neta instantánea con la que está funcionando la bomba (o bombas) que se utilicen para la recirculación del fluido a través del intercambiador en cuestión, por diferencia entre las lecturas de un único manómetro, montado en puente con sus respectivos grifos entre la aspiración y la descarga de la bomba. Medición del consumo instantáneo de la bomba (o bombas) y determinación de la potencia absorbida. Traslado de los valores de presión y potencia obtenidos a las curvas características caudal-presión y caudal-potencia de la bomba (o bombas) correspondientes en cuestión y determinación del caudal teórico
- Determinación de otros parámetros de medición: desplazamiento volumétrico del compresor.

- Este parámetro se utiliza como paso intermedio para determinar el caudal másico de agente frigorífico en circulación por un circuito frigorífico. El procedimiento más fiable para determinar el valor del desplazamiento volumétrico de un compresor es, solicitarlo al fabricante de la máquina o del compresor, especificando las condiciones de trabajo para las que se solicita, ya que este parámetro no solamente depende del tamaño y características del compresor utilizado en una máquina concreta, sino también de sus presiones de aspiración y de descarga (relación de compresión) en unas condiciones de trabajo determinadas.

Normalmente, el fabricante facilitará los datos correspondientes al desplazamiento volumétrico del compresor a partir de curvas de rendimiento de cada compresor específico, en cuyos ejes de ordenadas figuran los desplazamientos volumétricos, y en los de abcisas las temperaturas de evaporación, se representan curvas separadas para cada temperatura de condensación y, algunas veces, se acompañan estos gráficos con datos sobre consumo, también para cada temperatura de condensación.

- Medición del Caudal másico bombeado por el compresor (QVAP)
  - El caudal másico bombeado por un compresor no es posible medirlo directamente sobre una máquina concreta. Este se obtendrá a partir del valor del desplazamiento volumétrico que se considere, multiplicando este valor por el de la densidad (o el peso específico) del agente frigorífico de que se trate, en las condiciones del vapor aspirado por el compresor.
  - $Q_{VAP} = DV \times d_{VAP}$

- El caudal másico bombeado por un compresor será función de la relación de compresión y de la temperatura de aspiración (temperatura de evaporación + recalentamiento). En los casos en los que el compresor disponga de regulación de capacidad, deberá también identificarse la condición de carga en la que se encuentre en el momento de las medidas, preferentemente tomando datos de la intensidad instantánea absorbida, para entrar en la curva de potencia del compresor, comentada en el punto anterior, como punto de partida para determinar el valor del caudal volumétrico bombeado.
- Toma de datos de los parámetros eléctricos: en los equipos autónomos, la medición de tensiones de suministro y de consumos de intensidad es recomendable realizarla sobre los conductores principales de acometida general a la máquina, dado que, de esta manera se obtendrán los datos globales que incluirán los consumos instantáneos de todos los elementos necesarios para su funcionamiento, excepto los correspondientes a torres de refrigeración y bombas de recirculación de agua de torre, en los casos de equipos de condensación por agua. Los datos obtenidos de esta manera permitirán determinar directamente la potencia total instantánea absorbida por la máquina (aplicando la misma ecuación), en las condiciones en las que se efectúen las mediciones y, consecuentemente, determinar su rendimiento instantáneo.
  - Para la toma de datos de consumos y potencias eléctricas instantáneas sobre una máquina frigorífica, se deberán tomar las debidas precauciones y utilizar los elementos de protección necesarios, siguiendo las normas de seguridad y buena práctica

para el trabajo en sistemas eléctricos bajo tensión, con el fin de prevenir cualquier riesgo de accidente eléctrico.

- La tensión de fase de suministro eléctrico a una máquina (VF) deberá obtenerse por medición directa, con un voltímetro de la tensión instantánea de fase en las bornas generales de entrada al equipo. En equipos trifásicos, que serán los más frecuentes, se medirán las tensiones entre las tres fases de alimentación eléctrica a la máquina y se calculará la media aritmética de los tres valores obtenidos.
- La intensidad de fase total absorbida por la máquina (IT) deberá medirse con un amperímetro de pinza en los conductores generales de suministro eléctrico a la máquina.
- Instrumental requerido para la toma de datos: para la medición de condiciones de trabajo en una planta de fabricación de hielo en la cual se lleva a cabo un proceso de pre-enfriamiento del agua, serán necesarios los siguientes instrumentos de forma permanente o bien portátil:
  - Termopar contrastado, con sondas de contacto, inmersión y ambiente, con una precisión mínima de 0,5 °C y un margen de error máximo admisible del 2 %.
  - Termómetros de escala adecuada, preferentemente de columna de mercurio, con una precisión mínima de 0,5 °C y un margen de error máximo admisible del 2 %.
  - Manómetro para agua. Con una precisión mínima de 0,5 bar y un margen de error máximo admisible de un 2 %.

- Pinza voltamperimétrica, Vatímetro o Polímetro capaz de medir intensidad. Con precisión de 0,5 Voltios/0,5 Amperios y un error máximo admisible de un 1 % para ambas magnitudes.
- Caudalímetro para agua. Con precisión de 0,5 m<sup>3</sup>/s y un error máximo admisible de un 1 %.
  
- Determinación del coeficiente de eficiencia energética de los equipos de fabricación de hielo: para llevar a cabo esta evaluación del rendimiento y por consecuencia, la eficiencia de los equipos de producción de hielo; se utilizará el método denominado método directo que se basa en la toma y evaluación de datos de funcionamiento correspondientes al fluido frigorífico que evoluciona en el interior de sus circuitos.
  
- Dado que *a priori* el método directo no requiere conocimiento de datos sobre los fluidos exteriores de la máquina, la descripción que sigue es genérica y, consecuentemente, aplicable tanto a plantas enfriadoras de agua como a equipos de tratamiento de aire.
  
- Para la aplicación de este método de cálculo a la determinación del rendimiento de un circuito frigorífico concreto será imprescindible conocer previamente los datos como temperaturas, presiones y caudales de operación, que se obtienen según los procedimientos de tomas de datos y con el instrumental detallado anteriormente, en función del tipo de máquina de que se trate. Algunos de estos datos, como en cada caso se apuntará, solo podrán obtenerse a partir de información técnica que deberán facilitar los fabricantes de los equipos en cuestión.

- Para la determinación de rendimientos o coeficientes de eficiencia energética de un circuito frigorífico por el método directo de cálculo se utilizarán las siguientes expresiones:

$$CEE_V = W_{EVP} / P \text{ absoluta} = \eta$$

$$CEE_C = W_{CDS} / P \text{ absoluta}$$

- En las que: CEEV, es el coeficiente de eficiencia energética lado evaporador.
- CEEC, es el coeficiente de eficiencia energética lado condensador. Aplicable cuando se trata de determinar la eficiencia de un equipo frigorífico en la transferencia de calor en su condensador (bomba de calor).

$\eta$ , es el rendimiento frigorífico instantáneo, equivalente al CEEV.

WEVP, es la potencia instantánea absorbida por el agente frigorífico en el evaporador. O, dicho de otra forma, la potencia instantánea cedida por el fluido exterior del evaporador al agente frigorífico, en KW.

WCDS, es la potencia instantánea cedida por el agente frigorífico al fluido exterior del condensador, en KW.

PABS, es la potencia eléctrica instantánea absorbida por la máquina para su funcionamiento, en KW.

Este método de cálculo no tiene en consideración la energía consumida para la circulación de los fluidos exteriores al circuito frigorífico (agua o aire), por lo que determina exclusivamente el rendimiento frigorífico instantáneo del evaporador o del condensador de la máquina, es decir, el rendimiento del circuito frigorífico propiamente dicho.

Los valores de  $WEVP$ ,  $WCDS$  y de  $PABS$  se determinan mediante las siguientes expresiones:

$$W_{EVP} = Q_{VAP} \times \Delta i_{EVP}$$

o bien:

$$W_{EVP} = DV \times d_{VAP} \times \Delta i_{EVP}$$

o bien:

$$W_{CDS} = DV \times d_{VAP} \times \Delta i_{CDS}$$

Siendo:

- $\Delta i_{EVP}$ , la diferencia de entalpías específicas entre la del líquido a la entrada del evaporador ( $i_{LIQ}$ ), y la del vapor a la salida del evaporador ( $i_{ASP}$ ), en kJ/kg.
- $\Delta i_{CDS}$ , la diferencia de entalpías entre la del vapor a la entrada del condensador ( $i_{DSC}$ ) y la del líquido a la salida del condensador ( $i_{LIQ}$ ), en kJ/kg.
- $Q_{VAP}$ , el caudal másico de vapor bombeado por el compresor o el total bombeado por el conjunto de los compresores conectados al mismo circuito, en kg/s.

- $DV$ , el desplazamiento volumétrico del compresor o el total de todos los compresores conectados al mismo circuito, en  $m^3/s$ .
- Siendo:  $\Delta iEVP$ , la diferencia de entalpías específicas entre la del líquido a la entrada del evaporador ( $iLIQ$ ) y la del vapor a la salida del evaporador ( $iASP$ ), en  $kJ/kg$ .
- $\Delta iCDS$ , la diferencia de entalpías entre la del vapor a la entrada del condensador ( $iDSC$ ) y la del líquido a la salida del condensador ( $iLIQ$ ), en  $kJ/kg$ .
- $QVAP$ , el caudal másico de vapor bombeado por el compresor o el total bombeado por el conjunto de los compresores conectados al mismo circuito, en  $kg/s$ .
- $DV$ , el desplazamiento volumétrico del compresor o el total de todos los compresores conectados al mismo circuito, en  $m^3/s$ .
- $dVAP$ , la densidad del vapor aspirado por el compresor, en  $kg/m^3$ . 1
- Condicionantes en el cálculo de la eficiencia: entre los condicionantes que de forma más común y habitual afectan al funcionamiento de una máquina frigorífica en una instalación real, destacan los que se resumen a continuación:
  - Variabilidad de las condiciones de ambiente exterior que son difícilmente controlables por los técnicos responsables de la instalación, e incluso por los sistemas informáticos de gestión más

sofisticados, para ajustar el funcionamiento de la máquina a la situación de capacidad deseada.

- Variabilidad de las ganancias externas e internas de calor del edificio, durante cualquier periodo de tiempo determinado, que afectan directamente a la potencia frigorífica demandada en cada instante.
- Funcionamiento defectuoso de elementos y componentes de las instalaciones que, aun siendo ajenos a las máquinas de producción, afectan directamente a sus condiciones de trabajo. Por ejemplo, el mal funcionamiento del dispositivo de control de las condiciones ambientales de una zona en un edificio implica situaciones de demanda anómalas para los equipos de producción, que pueden perturbar su estabilidad, originando entre otros efectos, arranques y paradas frecuentes del compresor.
- La inestabilidad de operación de una máquina frigorífica para fabricación de hielo es, normalmente, una consecuencia inmediata de la presencia de uno solo, o del conjunto, de los factores que pueden afectar a sus condiciones de funcionamiento. La falta de estabilidad impide disponer del tiempo necesario para efectuar tomas de datos de funcionamiento coherentes, en las diferentes condiciones de capacidad que sería necesario analizar en una máquina concreta.
- Cálculo de la eficiencia y rendimiento del equipo de producción de hielo: a partir de los datos tomados en campo es posible determinar el rendimiento instantáneo de la máquina por el método indirecto. Para ello

basta la toma de datos de campo y la determinación de caudales de agua en circulación por los intercambiadores de la máquina, sin tener necesidad de utilizar ábacos, tablas ni diagramas termodinámicos, ni obtener datos del desplazamiento volumétrico del compresor en las condiciones en que se hayan tomado los datos.

Tabla XIII. **Análisis de equipos**

<b>FORMULARIO PARA TOMA DE DATOS EN PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE HIELO</b>				
Identificación del equipo: _____				
Equipo No.: _____		Serie No.: _____		Marca: _____
Año de fabricación: _____		Año puesta en marcha: _____		
<b>Evaporador</b>	Nominal	1 actual	2 actual	3 actual
Temperatura entrada de agua	12 °C	10 °C	11 °C	11 °C
Temperatura salida del agua	7 °C	6 °C	6,5 °C	5 °C
Caída de presión de agua	50 kpa	60 kpa	60 kpa	60 kpa
Caudal de agua	19 L/S	20 L/S	20 L/S	20 L/S
<b>Condensador</b>				
seco)	30 °C	22 °C	23 °C	23 °C
Temperatura de ambiente exterior (bulbo húmedo)	18 °C	15 °C	14 °C	14 °C
Caída de presión del aire	100 Pa	no medida	no medida	no medida
Caudal de aire	27,000 L/S	27,000 L/S	27,000 L/S	27,000 L/S
Temperatura descarga compresor	65 °C	59 °C	60 °C	60 °C
<b>Datos eléctricos</b>				
Tensión suministro eléctrico entre fases	400/400/400	383/378/389	386/390/388	378/378/380 V
Consumo eléctrico de compresores	270 V	255 V	266 V	263 V
Consumo eléctrico motores	24 Amp	19 A	18 A	21 A
Consumo eléctrico resistencias del evaporador	0 Amp	0 Amp	0 Amp	0 Amp
CEEv (rendimiento lado evaporador)	2458	2290	2457	2219
CEEc (rendimiento lado condensador)	3017	2869	3019	2683
Fecha y hora de la toma de datos	24-sep	25-sep	26-sep	26-sep

Fuente: elaboración propia.

Con base en los datos tomados y presentados en el cuadro anterior, se tiene lo siguiente:

- Potencia útil instantánea en el evaporador del circuito A:

$$W_{EVP} = V_W \times p_W \times Ce_W \times (T_{EW} - T_{SW}) = 20 \times 1 \times 4,18 \times (11 - 6,5) = 376,2 \text{ kW}$$

- Potencia útil instantánea en el evaporador del circuito B:

$$W_{EVP} = V_W \times p_W \times Ce_W \times (T_{EW} - T_{SW}) = 20 \times 1 \times 4,18 \times (11 - 9,5) = 125,4 \text{ kW}$$

Si se deseara conocer también el calor disipado en el condensador, que no es necesario en este ejemplo, ya que este calor no se aprovecha, por lo que se debe considerar solamente el rendimiento en el evaporador.

Potencia instantánea disipada en el condensador del circuito A:

$$W_{CDS} = V_A \times p_A \times Ce_A \times (T_{SA} - T_{EA}) = 24 \text{ m/s} \times 1,2 \times 1,003 \times (39 - 23) = 462,2 \text{ kW}$$

Potencia instantánea disipada en el condensador del circuito B:

3

$$W_{CDS} = V_A \times p_A \times Ce_A \times (T_{SA} - T_{EA}) = 24 \text{ m/s} \times 1,2 \times 1,003 \times (29 - 23) = 173,3 \text{ kW}$$

Acto seguido se utilizaría los datos eléctricos medidos para determinar la potencia absorbida por cada circuito de la máquina, aplicando la ecuación [9].

- Potencia eléctrica instantánea absorbida en el circuito A:

$$P_{ABS} = \frac{VF \times IT \times 3 \times \text{Cos}\phi}{1000} = \frac{(379,33 \times 287,67 \times 1,73 \times 0,811)}{1000}$$

$$= 153,1 \text{ kW}$$

Adoptando un valor de  $\cos \phi$  de 0,811 para esta condición de carga.

Potencia eléctrica instantánea absorbida en el circuito B:

$$P_{\text{ABS}} = \frac{V_F \times I_T \times 3 \times \cos \phi}{1000} = \frac{(379,33 \times 115,67 \times 1,73 \times 0,877)}{1000}$$
$$= 66,57 \text{ kW}$$

Una vez conocidas las potencias térmicas útiles transferidas en los intercambiadores y las potencias eléctricas instantáneas absorbidas por cada circuito, en las condiciones medidas, se determinará el rendimiento instantáneo lado evaporador o lado condensador, de cada circuito. En este caso se obtienen los siguientes valores de CEEV y CEEC:

Circuito A:

$$\text{CEEV} = \frac{W_{\text{evp}}}{P_{\text{abs}}} = \frac{376,2}{153,1} = 2,457 \text{ kW}$$

$$\text{CEEC} = \frac{W_{\text{cds}}}{P_{\text{abs}}} = \frac{462,2}{153,1} = 3,019 \text{ kW}$$

Circuito B:

$$\text{CEEV} = \frac{125,4}{66,57 \text{ kW}} = 1,884 \text{ kW}$$

$$\text{CEEC} = \frac{173,3}{66,57} = 2,603 \text{ kW}$$

Una vez obtenidos los valores de los rendimientos instantáneos de los circuitos de la máquina, para las tres condiciones de trabajo medidas en cada uno de ellos, se calcula el valor medio de esos rendimientos instantáneos:

$$\text{Circuito A: CCEv medio} = \frac{(2,290 + 2,457 + 2,219)}{3} = 2,322$$

$$\text{Circuito B: CCEv medio} = \frac{(2,355 + 2,603 + 2,585)}{3} = 2,306$$

$$\text{CEEC medio} = \frac{(2,869 + 3,019 + 2,683)}{3} = 2,857$$

$$C = (3,255 + 2,603 + 2,585) / 3 = 2,836$$

Considerando los valores simultáneos de los circuitos el rendimiento en kW sería de la siguiente manera:

Coeficiente de eficiencia energética instantáneo de la máquina inspeccionada lado evaporador:

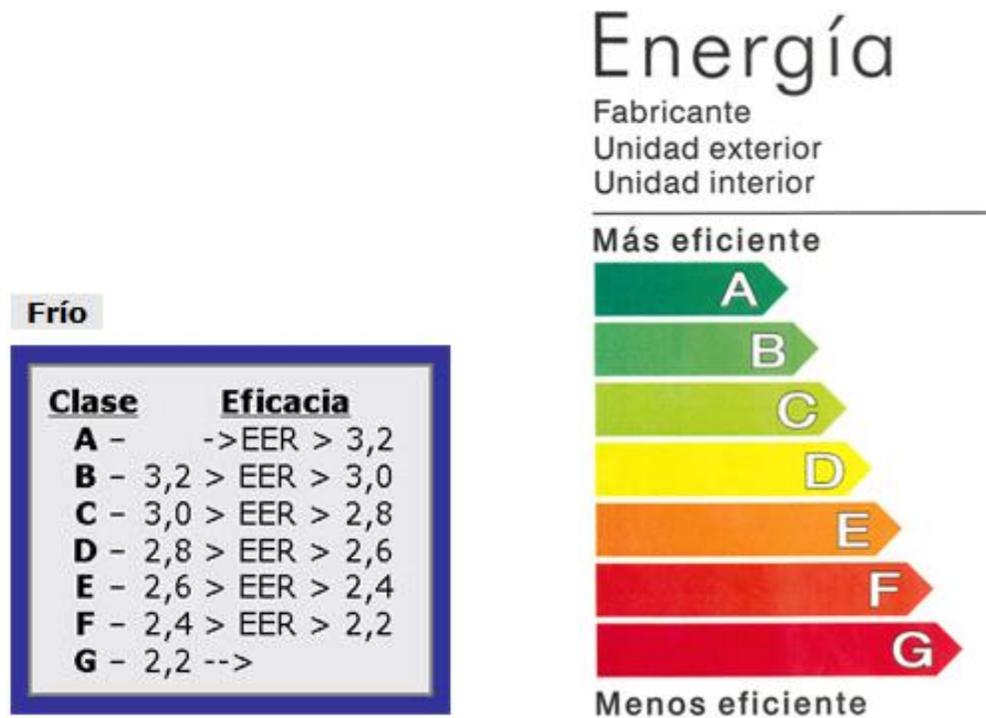
$$= (2,322+2,306) / 2 = 2,314$$

Coeficiente de eficiencia energética instantáneo de la máquina inspeccionada lado condensador:

$$= (2,857+2,814) / 2 = 2,836$$

Según la escala de coeficiente energética los equipos de producción de hielo están en una clasificación F y C para el condensador y evaporador respectivamente, lo que significa los sitúa muy debajo de ser un equipo con un alto rendimiento y bajo impacto en el ambiente.

Figura 24. Escala para el ratio de coeficiente de eficiencia energética para equipos fríos



Fuente: empresa Súper Hielos de Guatemala S. A.

Evaluación de la eficiencia de los equipos de fabricación de hielo de la planta.

Para la evaluación de la eficiencia de los equipos se parte de la información que proporciona el fabricante como nominal, en cuanto a la capacidad de producción y consumo de hielo, para un equipo con las características que cuenta la máquina actual instalada.

Posteriormente valiéndose del registro histórico de consumos en kWh de energía en la planta, se calculará la eficiencia con la cual los equipos han

operado durante los últimos dos años, para poder obtener una eficiencia porcentual promedio que sea mucho más significativa.

La información para el cálculo de la eficiencia es la siguiente:

Especificaciones técnicas del equipo Instalado:

- Nombre: TUBE – ICE, Automatic Ice Machine
- Marca: Henry Vogt Machines, Lousville Kentucky
- Modelo: P24F – A24PH0-4AE
- Serie No: 8020602
- Servicio eléctrico:
- Power Control: 460 V - 3 P – 60 Hz
- Compresor F.L.A = 61
- Bomba de Agua
- Volt: 460, HP = 1, F.L.A = 2,4
- Outter motor:
- Volt : 460, HP = 1, F.L.A = 2,2
- Refrigerante = R12
- Test de Presión de fábrica: Alta = 235 PSIG Baja = 200 PSIG
- Capacidad de producción por cada 1 kwh = 31,25 lb – 14 kg
- Producción real mensual en lb de la planta = 384,000 lb
- Eficiencia nominal del equipo 90%
- Ratio de coeficiente de eficiencia energética
- CEEc = 2,83
- CEEv = 2,314

Tabla XIV. **Evaluación de la eficiencia del equipo instalado producción real vs nominal por kWh disponible**

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL EQUIPO UNIDADES PRODUCIDAS NOMINAL VS REAL POR KWH DISPONIBLE					
PERIODO	KW mensual históricos	Consumo nominal fabricante ( kWh por cada 125 lbs hielo)	Producción real de hielo en libras	Producción nominal de hielo en libras según consumos	% eficiencia del equipo
ago-12	19 007,00	4,00	384 000,00	593 968,75	65%
sep-12	16 638,00	4,00	384 000,00	519 937,50	74%
oct-12	14 560,00	4,00	384 000,00	455 000,00	84%
nov-12	11 200,00	4,00	384 000,00	350 000,00	110%
dic-12	14 800,00	4,00	384 000,00	462 500,00	83%
ene-13	17 680,00	4,00	384 000,00	552 500,00	70%
feb-13	17 854,00	4,00	384 000,00	557 937,50	69%
mar-13	18 456,00	4,00	384 000,00	576 750,00	67%
abr-13	18 134,00	4,00	384 000,00	566 687,50	68%
may-13	17 980,00	4,00	384 000,00	561 875,00	68%
jun-13	17 562,00	4,00	384 000,00	548 812,50	70%
jul-13	17 345,00	4,00	384 000,00	542 031,25	71%
ago-13	18 550,00	4,00	384 000,00	579 687,50	66%
sep-13	16 789,00	4,00	384 000,00	524 656,25	73%
oct-13	15 122,00	4,00	384 000,00	472 562,50	81%
<b>Promedio eficiencia</b>					<b>75%</b>

Fuente: empresa Súper Hielos de Guatemala S. A.

#### 4.2. Actividades preliminares

La propuesta será puesta en marcha mediante actividades previamente designadas, y las mismas deben incluirse en un Gantt de actividades, para poder calendarizar la ejecución de las mismas estableciendo fechas y responsables.

Tabla XV. Cronograma de actividades

	Cronograma actividades	Total de Avance	0%	
No.	Mantenimiento Industrial	Responsable	Avance	Comentarios u Observaciones
1	Calendarización de mantenimientos	Analista de Ingeniería	0%	
a	Descripción de actividades a ejecutar	Jefe de mantenimiento	0%	basados en manual técnico de fabricante
b	Elaboración de calendario de mantenimiento equipos	Analista ingeniería	0%	calendarización, semanal, mensual, anual
c	Comunicación al personal a cargo	Jefe de mantenimiento	0%	Informar a todo el personal involucrado
2	Check list de Inspección y mantenimiento	Analista de Ingeniería	0%	
a	Identificación de problemas, causa y soluciones	Analista ingeniería/Mantto.	0%	
b	Elaboración de Check list diarios	Analista ingeniería	0%	Para implementación general en equipos
c	Comunicación al personal a cargo	Jefe de mantenimiento	0%	
3	Mantenimiento equipos, detección fugas, corrección fugas	Departamento de Mantenimiento Indust.	0%	Trabajos programados en conjunto con servicio técnico subcontratado
a	Inspección visual de huellas de aceite	Mtto/Servicio técnico	0%	
b	Utilización de detector electrónico de fugas	Mtto/Servicio técnico	0%	
c	Presurización con nitrógeno seco y revisión con solución espumosa	Mtto/Servicio técnico	0%	
d	Incorporación de trazador en el aceite y búsqueda con luz ultravioleta	Mtto/Servicio técnico	0%	
4	Mantenimiento preventivo y limpieza	Mantenimiento/servicio técnico externo	0%	Ejecutar rutina según el plan
a	Limpieza del circuito frigorífico contaminado	Mtto/Servicio técnico	0%	
b	Inspección y mantenimiento preventivo	Mtto/Servicio técnico	0%	
5	Registros del sistema de refrigeración	Jefe de mantenimiento	0%	Iniciar con documentación
a	Fechas de mantenimiento preventivo y correctivo	Analista ingeniería/Mantenimiento	0%	Planeación de calendario específico por equipo de producción
b	Temperatura y presiones de trabajo	Mtto/Servicio técnico	0%	
c	Tipo, cantidades de lubricante y refrigerante	Mtto/Servicio técnico	0%	
d	Consumos eléctricos, análisis de termografía.	Jefe de mantenimiento	0%	Subcontratar servicio y reporte.

Fuente: elaboración propia.

### **4.3. Actividades correctivas**

Las actividades correctivas en son aquellas que se han de implementar en la fábrica y que se logran identificar en la situación actual de la empresa. Se sabe que la empresa tiene muchas oportunidades de mejora, tanto en el área administrativa como producción y mantenimiento, por lo que a continuación se detalla un poco más respecto a dichas actividades.

#### **4.3.1. Área Administrativa**

Administrativamente se identificaron algunas deficiencias como la falta de la figura de un encargado de mantenimiento, por lo que se llevará a cabo la creación de la posición de supervisor de administrativo, quien será el enlace entre la administración representada por la Gerencia General, el representante de la empresa que brindará los servicios de mantenimiento y las áreas productivas.

La descripción del puesto del supervisor de mantenimiento tiene el siguiente detalle ver tabla XVI.

Tabla XVI. Descripción de puestos

PUESTO	SUPERVISOR ADMINISTRATIVO
Reporta directamente a	Gerente administrativo
Subordinados	Operarios de producción, encargado de bodega.
Función Básica	Es el enlace directo entre los encargados de mantenimiento, la gerencia administrativa y el área de producción.
Responsabilidades	Realizar los informes y reportes de las actividades realizadas. Asistir a la unidad productiva de manera diaria en tema de mantenimiento. Llevar control e indicadores de mantenimiento y producción. Administración del programa mensual de mantenimiento preventivo y correctivo.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.2. Área de Producción

Dentro de las actividades correctivas en el área de producción se pueden mencionar lo siguiente:

- Crear de la posición de supervisor de mantenimiento, que velará por la óptima operación de los equipos de producción.
- Diagnosticar y reparar de equipos que así lo ameriten.

- Ejecutar tareas de mejora en las áreas donde se ha identificado una mayor oportunidad y sean evaluadas como prioridad.

### **4.3.3. Área de Mantenimiento**

El Área de Mantenimiento que es el área más débil en cuanto a estructura administrativa, recurso mecánico e implementos. Por tal razón se definieron una serie de acciones, las cuales deben ser llevadas a cabo por parte de personal de la empresa o personal destinado para este efecto:

- Asignar de un supervisor de mantenimiento, responsable de velar por la ejecución de las actividades propias de la evaluación de los equipos y posterior a su mejora.
- Asignar un presupuesto mensual para mantenimiento industrial, mantenimiento de instalaciones, que sea pilar en el cumplimiento del programa de mantenimiento.
- Implementar una cultura de mejora continua, donde cada una de las personas que trabajan en la compañía, asuman su papel de responsable por el cuidado de los equipos, el ahorro energético, el ahorro de los repuestos e insumos de mantenimiento y la calidad del producto final.
- Crear de una bodega de repuestos, la cual deberá ser surtida con herramientas, equipo y partes, de una calidad apropiada que garantice mantener la buena calidad de los equipos.

Dentro de las actividades a llevarse a cabo se puede iniciar con:

- Calendarización del mantenimiento del equipo de producción: la calendarización consiste en enfocar las tareas de mantenimiento, específicamente a los equipos de producción que son los equipos esenciales, en este proceso de producción y el programa se estructurará de la siguiente manera.

Tabla XVII. **Calendarización del mantenimiento del equipo de producción**

Mantenimiento	Semanal	Mensual	Semestral	Anual	Después de un prolongado tiempo fuera de servicio
Limpieza exterior del equipo	X				X
Higienización del recipiente de hielo			X		X
Limpieza del evaporador			X	S	S
Higienización del evaporador			X	S	S
Limpieza de la serpentina del condensador			S	S	S
Control de la calidad del hielo	X			S	S

X=usuario final

S=empresa de servicio

Fuente: elaboración propia.

- *Check list* de inspección diaria del equipo: previo al inicio de las actividades de producción diaria, cada operador tiene la obligación de realizar una inspección a su equipo, para poder solventar y asegurar el buen funcionamiento de su equipo, basados en el siguiente cuadro.

Tabla XVIII. **Check list de inspección diaria**

El siguiente *check list* debe completarse de manera diaria, previo al inicio del turno y debe ser ejecutado por el operador del equipo.

Problema	Causa	Corrección
<b>La máquina no funciona</b>		
La máquina no funciona	Falta de energía, fusible fundido	Restablecer la alimentación de energía eléctrica
La máquina no produce hielo	No se recibe agua para producir el hielo	Corregir el problema de suministro de agua
	Termostato del evaporador esta dañado	Ajustar o reparar el termostato del evaporador
Largo ciclo de congelación producción baja	Condensador sucio	Limpia el condensador
	Problema de refrigeración	Llamar ericio técnico
	Temperatura de agua muy elevada	Conectar suministro de agua fría, verificar si la válvulas de retención en los grifos u otro equipo trabajan correctamente
<b>Ciclo de congelación</b>		
Cubitos de hielo blancos, incompletos o poco profundos	Máquina sucia	Limpia e higienizar la máquina para producir hielo
	Presión del suministro de agua incorrecta	Verificar si presión del agua es correcta
	La temperatura del aire alrededor es muy elevada	Ventilar el área o trasladar la máquina para preparar hielo
	Termostato del evaporador ajustado de forma incorrecta	Ajustar el termostato del evaporador
<b>Ciclo de recolección</b>		
No inicia un ciclo de recolección	Termostato del evaporador averiado o ajustado de manera incorrecta	Ajustar o reemplazar el termostato del evaporador
	El temporizador no avanza	Llamar al servicio técnico
No entrega cubitos de hielo	Máquina sucia	Limpia e higienizar la máquina para producir hielo
	La temperatura del aire alrededor es baja	Ajustar el temporizador o trasladar la máquina para producir hielo a una zona más caliente
	Termostato del evaporador ajustado de manera incorrecta (cubitos muy grandes)	Ajustar el termostato del evaporador

Fuente: elaboración propia.

- Mantenimiento, detección de fugas y fugas: para toda operación de mantenimiento se debe contar con los instrumentos, herramientas y

equipos necesarios para realizar una reparación correcta y segura, los cuales deben estar en buen estado de mantenimiento y operación.

- Durante la operación o mantenimiento se deben emplear siempre medidas de seguridad y conservación de los refrigerantes.
- Se debe realizar el corte de tuberías con corta tubos, evitando utilizar la sierra que contamina con partículas de material trabajado. Al intervenir un equipo o sistema que se presume contaminado, se debe recuperar el refrigerante, rotularlo como contaminado y recuperar el aceite.
- Para la presurización de los sistemas y para la calibración previa de los dispositivos de control, se debe usar gas inerte seco, como el nitrógeno, no utilizar refrigerantes.
- Para la detección de fugas en sistemas en uso, se recomienda utilizar los procedimientos de acuerdo a la priorización siguiente:
  - Inspección visual de huella de aceite.
  - Uso de detector electrónico de fugas.
  - Uso de solución espumosa.
  - Presurización con nitrógeno seco y revisión con solución espumosa.
  - Incorporación de trazador en el aceite y búsqueda con luz ultravioleta.

Para la corrección de fugas ya existentes, el primer paso es recuperar el refrigerante, que resta en el sistema en el depósito propio o en un externo y luego proceder a eliminar la fuga.

Procurar que no se evacue refrigerante al medioambiente, para lo cual se debe cerrar inmediatamente todas las válvulas de servicio con las que cuente el circuito de refrigeración, incluso antes de realizar el procedimiento de búsqueda de la fuga.

Una manera eficaz de evitar la eliminación del refrigerante del sistema al medioambiente, se logra mediante el equipo de recuperación, que permite recuperar el refrigerante del sistema de cilindros de recuperación especialmente diseñados para ese efecto. El refrigerante contaminado debe ser evacuado del sistema mediante un equipo de recuperación, rotulando claramente en los depósitos el tipo de refrigerante y su condición, para luego analizar su grado de contaminación y su posible recuperación mediante un sistema de reciclado y filtrado. Asimismo, el lubricante del circuito se debe evacuar y depositar en recipientes diseñados para tal fin y rotularlo como lubricante contaminado, todo ello para evitar su uso accidental. La disposición final de esos residuos, se debe realizar de acuerdo a la normativa vigente.

- Limpieza del circuito frigorífico contaminado: el circuito de refrigeración contaminado se debe limpiar completamente, abordando aspectos como la limpieza del cárter del compresor, destapándolo para ello. También, se debe limpiar interiormente el estanque acumulador de aceite, el separador de aceite, el colector del evaporador y el acumulador de succión, así como también, cualquier otro sector de la instalación en el cual exista alguna trampa o sifón de acumulación de aceite en la línea de succión, para evitar que una nueva carga de refrigerante y aceite se puedan contaminar y degradar, producto de los residuos acumulados por una falla anterior.

- Proceder a rearmar con prolijidad el circuito de refrigeración, incorporando algunos accesorios que pudieran facilitar el posterior servicio (por ejemplo, válvulas de servicio) y verificar la hermeticidad del circuito mediante alta presión de nitrógeno.
  
- Inspección y mantenimiento preventivo: la inspección preventiva repercute en la rentabilidad de las instalaciones más vulnerables, como el transporte refrigerado, y las instalaciones en el área de producción, cuya interrupción, aunque breve, puede causar grandes pérdidas. También es importante la revisión de los sistemas menores. El usuario mismo puede verificar los elementos sensibles para evitar problemas posteriores. La detección temprana de fallas o defectos menores resultará de gran beneficio y menor inversión a largo plazo.
  
- Registros del sistema de refrigeración: se debe llevar un libro de registro de funcionamiento del equipo y/o instalación, que contenga la información sobre fallas, modificaciones y mantenimiento del sistema de refrigeración. Los datos que se deben incluir son los siguientes:
  - Fecha de inicio de funcionamiento de la instalación
  - Fechas de mantenimiento preventivo y correctivo
  - Temperaturas y presiones de trabajo
  - Tipo y cantidad de refrigerante
  - Tipo y cantidad de lubricante
  - Tipo y orificio del dispositivo de expansión
  - Tipo de filtro deshidratador
  - Consumos eléctricos
  - Ajuste del recalentamiento del dispositivo de expansión
  - Nombre del prestador de los servicios de mantenimiento

#### 4.4. Actividades de capacitación

Un plan de capacitación es la traducción de las expectativas y necesidades de una organización, para y en determinado período de tiempo. Este corresponde a las expectativas que se quieren satisfacer, efectivamente, en un determinado plazo, por lo cual está vinculado al recurso humano, al recurso físico o material disponible, y a las disponibilidades de la empresa.

##### 4.4.1. Actividades según plan de capacitación

Las actividades del plan de capacitación se identifican en cinco módulos, con su respectivo tiempo y metodología a utilizar.

Tabla XIX. **Actividades de capacitación**

Modulo	Contenido	Tiempo de duración	Metodología
1	Proceso de refrigeración. Fundamentos	4 hora	Teórico , expositor
2	Refrigeración eficiente, operación, mantenimiento y servicio	6 horas	Teórico , expositor
3	Mantenimiento preventivo. Implementación	2 horas	Teórico , expositor
4	Buenas prácticas de manufactura, programa 6 S y seguridad industrial	2 horas	Teórico , expositor
5	Eficiencia energética, cálculo y oportunidades de mejora	1 hora	Teórico

Fuente: elaboración propia.

#### **4.4.2. Actividades complementarias**

Seguidamente de realizadas cada una de las actividades de capacitación planificadas, es muy importante llevar a cabo una práctica de piso respecto al tema tratado. Dicha práctica permitirá al personal recorrer las instalaciones con la intención de enfocar su atención en los puntos débiles, en las oportunidades de mejora y oportunidades de aplicar lo aprendido en las actividades diarias.

En el tema de 5's y seguridad industrial la actividad deberá contemplar la organización de equipos de trabajo, que ejecuten en el mismo lugar labores de orden y limpieza, así como práctica, respecto al uso de equipo de seguridad, manejo de extintores por citar algunos.

#### **4.5. Recursos necesarios implementación**

Para la elaboración del plan y la definición de los recursos necesarios se deben considerar al menos los siguientes tres aspectos:

- Personal: el enfoque es lograr que la mayor cantidad de empleados participando en el plan de capacitación.
- Análisis de debilidades de organización: es aquí donde el enfoque de la capacitación está destinado, en pocas palabras la resolución de las debilidades del área de producción y mantenimiento.
- Presupuesto disponible: presupuesto designado para poder definir los alcances de la capacitación.

#### 4.5.1. Administrativos

La presencia del recurso administrativo será indispensable en la implementación de la propuesta realizada, se encuentra desde la Gerencia hasta las empresas subcontratadas, para brindar el apoyo necesario en tareas específicas de mantenimiento y diagnósticos a realizar.

#### 4.5.2. Personal

A continuación se describe el recurso administrativo, con su actividad propuesta y el detalle.

Tabla XX. Recursos de personal

Actividad propuesta	Recurso administrativo	Detalle
Evaluación instalaciones eléctricas	Empresa especializada en alta tensión	Análisis termográficos, conexiones, propuesta de ahorro
Evaluación de quipos de producción	Empresa especializada en equipos de refrigeración	Análisis de funcionamiento de equipos
Manteamiento del compreso	Empresa especializada	Diagnóstico y reparación
Mejoramiento de instalaciones físicas	Empresa de servicios a instalaciones	Cotización y ejecución de trabajo
Controles, indicadores y monitoreo	Supervisor de mantenimiento	Administración de los indicadores, planes de mantenimiento y ejecución

Fuente: elaboración propia.

#### 4.6. Costos de implementación de propuesta

La implementación viene acompañada de un periodo de comunicación sobre las nuevas disposiciones a seguir. Es difícil estimar los costos totales de las actividades propuestas para evaluar la eficiencia y la calidad de los equipos

y mucho menos, los costos que vendrán acompañados posteriormente a la entrega de los resultados obtenidos.

Sin embargo es posible cuantificar los costos de las actividades iniciales, que constituyen específicamente la evaluación de la eficiencia del equipo instalado.

Tabla XXI. **Detalle de costos para evaluación de los equipos**

Descripción	Detalle	Costo unitario	Cantidad	Total
Análisis de termografía para equipos eléctricos	Un estudio único en los tableros principales	Q 7 500,00	1	Q 7 500,00
Diagnóstico de equipos asociados a la producción	Según área de operación			
Evaluación de fugas de refrigerante en el sistema	Empresa especializada para llevar una evaluación general de los puntos en mención	Q 1 500,00	1	Q 1 500,00
Evaluación del funcionamiento del compresor		Q 750,00	1	Q 750,00
Evaluación de motores eléctricos de bombas		Q560,00	8	Q,560,00
Diagnóstico de condiciones actuales de equipo de producción de hielo		Q 2 575,00	1	Q 2 575,00
Cotización de trabajos de mantenimiento instalaciones	Empresa especializada para llevar una evaluación general de los puntos en mención			
Trabajos de pintura general		Q 75,00	150	Q11,250,00
Evaluación de condiciones de estructura		Sin costo	N/A	N/A

Fuente: elaboración propia.

## 5. MEJORA CONTINUA

### 5.1. Controles estadísticos (reportes de control, medición del desempeño, medición de la productividad)

En cuanto a medición del desempeño se implementará el cálculo de la eficiencia diaria de la planta, la cual será el total de minutos producidos entre el total de minutos disponibles de la planta, y para lo cual es necesario disponer de información como tiempo de jornada laboral (en minutos) de todos los operarios del área productiva, la sumatoria de unidades producidas, el tiempo estándar de operación y cantidad de operarios.

La fórmula será la siguiente:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\sum \text{unidades totales producidas}}{\sum \text{minutos totales disponibles}}$$

En donde:

$$\text{Unidades} = \text{unidades producidas} * \text{SAM (tiempo estándar de operación)}$$

$$\text{Minutos disponibles} = \text{cantidad de operarios} * \text{jornada laboral (en minutos)}$$

Dicho indicador debe calcularse de manera diaria, publicarse en cartelera y retroalimentar al personal. El propósito de este indicador es conocer el desempeño del área, identificar los puntos que puedan estar afectando positiva o negativamente el indicador y tomar las acciones correspondientes en caso sea necesario.

## **5.2. Auditorías**

Las auditorías serán la herramienta a utilizar para poder validar que las acciones implementadas sigan el rumbo esperado, según los parámetros establecidos y que se estén obteniendo los resultados esperados. De otra forma permitirá tener también un panorama claro y posteriormente tomar medidas correspondientes al respecto. Para lo anteriormente mencionado se contemplan dos auditorías una interna y la otra una auditoria externa como se detalla a continuación.

### **5.2.1. Internas**

Como parte de las auditorías internas que se llevarán a cabo, posteriormente a la ejecución de actividades mencionadas en la propuesta, para evaluar la eficiencia y calidad de los equipos, se puede mencionar el uso de un formulario de supervisión.

Figura 25. **Formulario de supervisión de mantenimiento**

FABRICA SÚPER HIELOS DE GUATEMALA S. A.				
<b>Interesado</b>			<b>Fecha</b>	
<b>Ubicación</b>			<b>Hora</b>	
<b>Municipio</b>			<b>Tel.</b>	
<b>Departamento</b>			<b>No. Licencia:</b>	
<b>Requerimientos y actividades de mantenimiento</b>	<b>Correcto</b>	<b>Incorrecto</b>	<b>Acciones</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Solicitar</b>				
Libro bitácora				
Certificados de prueba hidrostática				
Constancia de capacitaciones				
Libro bitácora de revisión de extintores				
<b>Verificar</b>				
Acciones correctivas y emergencias				
<b>Tuberías, válvulas</b>				
Estado de las tuberías				
Estado de los apoyos				
Funcionamiento de válvula				
Control de nivel				
Estado de mangueras para GLP				
<b>Bombas y compresores</b>				
Estado y funcionamiento				
<b>Dispositivo de alivio</b>				
Estado del dispositivo				
<b>Recipientes y tanques</b>				
Estado e instalaciones				
<b>Área de trasiego</b>				
Estado general del área				

Fuente: elaboración propia.

### 5.2.2. Externas

Las auditorías externas serán llevadas a cabo por medio de una empresa externa subcontratada, que podría ser la misma empresa que apoye los

trabajos especializados de mantenimiento. Ellos deberán entregar un reporte respecto al estatus actual de los equipos y retroalimentar a la Gerencia con tiempo prudencial respecto a una posible inversión de alto costo, para reemplazo o reparación de algún equipo.

La auditoría externa deberá informar respecto a tiempo de vida de los motores eléctricos, existencia de repuestos, estado actual de las instalaciones eléctricas, cumplimiento de los mantenimientos preventivos internos.

### **5.3. Identificación de indicadores**

La existencia de indicadores de gestión en un sistema de producción es de vital importancia para la implementación de procesos productivos, dado que permite la ejecución de ciclos de mejora continua, además de funcionar como parámetros de viabilidad de procesos. La productividad se define como la eficiencia de un sistema de producción, es decir, el cociente entre el resultado del sistema productivo (productos, clientes satisfechos - Ventas) y la cantidad de recursos utilizados; esta es una definición aritmética, dado que en la práctica se utiliza el término productividad, como una variable que define que tanto se acerca o aleja del objetivo principal de un sistema. Dentro de un sistema productivo existen tantos índices de productividad como existan recursos, pues todos están susceptibles de funcionar como un indicador de gestión tradicional.

- Índice de productividad: el índice de productividad es un recurso común de control para los gerentes de línea, jefes de producción, en general para los ingenieros industriales, los cuales tienen la consigna en aras de aumentar la productividad de:
- Índice de productividad = Ventas / recurso utilizado

- Índice de productividad de MP =  $\frac{\text{precio venta unitario} \times \text{nivel de producción}}{\text{Costo total de materia prima}}$
- Índice de productividad total =  $\frac{\text{precio venta unitario} \times \text{nivel de producción}}{\text{Costo M.O} + \text{Costo total M.P} + \text{depreciación} + \text{Gastos}}$

#### **5.4. Retroalimentación (documentada)**

El monitoreo y la documentación es el proceso continuo y sistemático mediante el cual se verifica la eficiencia, el cumplimiento del plan de trabajo elaborado y los indicadores trazados luego de la evaluación y propuesta para los equipos instalados. Se identifican fortalezas y debilidades y en consecuencia, se recomiendan medidas correctivas para optimizar los resultados esperados.

##### **5.4.1. Registros históricos del programa de mantenimiento**

La planta de producción debe contar con un libro bitácora actualizado semanalmente, para la supervisión y mantenimiento de las instalaciones y equipos con los que se hace la fabricación del hielo. Este debe ser presentado cada vez que sea requerido por la Gerencia General, las empresas externas que puedan apoyar con algún tipo de mantenimiento preventivo y a cualquier inspección que se practique en la planta.

##### **5.4.2. Registros factores que afectan al equipo**

De acuerdo a lo indicado se utilizará el formulario presentado anteriormente para registro de atenciones a nuestros equipos, con lo que se pretende tener a la vista siempre un control de los mismos; sabiendo a detalle

que reparaciones se han llevado a cabo, que repuestos han sido reemplazados, etc. Y para lo cual se propone la siguiente metodología de uso:

- Buscar la hoja para ejecutar la rutina correspondiente.
- Requerir y revisar los documentos necesarios para la inspección.
- Llenar el encabezado del formulario.
- Verificar el grado de cumplimiento del programa anual de mantenimiento de la planta.
- Verificar cada actividad de mantenimiento registrada en la bitácora, por medio de observación personal en cada caso.
- Verificar y completar cada uno de las secciones del formulario.
- Identificar situaciones fuera de lo normal dentro de la operación y mantenimiento de los equipos, las que se anotarán en el espacio para observaciones al reverso del formulario.
- Regresar la hoja al departamento de mantenimiento para la firma de aceptación.

#### **5.4.3. Evaluación del consumo de energía eléctrica**

Los consumos eléctricos históricos se tienen a la vista y la fuente para seguir alimentando estos registros será el reporte trasladado por la empresa comercializadora de energía eléctrica.

Dicho reporte brinda la ventaja de poder conocer el detalle de los consumos de electricidad a detalle (kW) por cada hora laborada, los picos más altos de consumos y monitorear de esta forma si las actividades llevadas a cabo para eficientar los equipos han impactado realmente en ahorros de tipo económico.

Adicionalmente se practicará nuevamente una evaluación a los equipos, realizando mediciones de amperajes, balance de líneas eléctricas a los tableros y corroborar de esta forma los avances alcanzados.



## CONCLUSIONES

1. Los equipos de la planta de Súper Hielos de Guatemala S. A. se encuentran trabajando a un 75 % de eficiencia dado su deterioro, falta de mantenimiento, tecnología, etc. El coeficiente de eficiencia energética del evaporador se encuentra en 2 314 y del condensador 2 836, lo que coloca a los equipos en una categoría F y C respectivamente, lejos aún de llegar a una clase A comparada con equipos eléctricos de alta tecnología, alto rendimiento y amigables con el ambiente.
2. Al momento de iniciar con la elaboración de un diagnóstico actual, fue necesario obtener información, para lo cual se utilizó diferentes técnicas como la revisión de documentos, datos históricos que son muy escasos, visitas a instalaciones de la empresa, entrevistas no estructuradas y la observación directa, para posteriormente poder elaborar los diagramas y el diagnóstico del tema.
3. La elaboración de un programa de mantenimiento y listas de chequeo que permitan a los técnicos subcontratados y personal de la empresa, tomar decisiones cotidianas con un criterio sistemático, orientado a mantener principalmente una alta eficiencia, mantener la calidad y la seguridad en la planta. Lo anterior es uno de los pasos importantes para el proyecto, dando paso a una mejor administración y eficiencia de la planta.

4. Existe un bajo conocimiento sobre la actividad del mantenimiento en la planta, para lo cual es necesario la capacitación constante del personal y la necesidad de enfatizar en ellas, la importancia del mantenimiento y la repercusión en la eficiencia de los equipos para lograr ser una planta más eficiente y de alto impacto, en ahorros por costos de operación.
5. La mejora constante de la capacitación profesional del personal mediante planes de formación anuales por parte de las empresas que son proveedores de la empresa, especializadas en sus propios ámbitos y actividades y el mejoramiento continuo son herramientas que permiten renovar los procesos administrativos, permiten que las organizaciones sean más eficientes y competitivas, fortalezas que le ayudarán a sobresalir en el mercado.
6. Es necesario una inversión económica elevada para llevar a la planta de hielo a un nivel comparable a empresas mucho más grandes con mejor tecnología y más eficientes. Sin embargo, se han identificado muchas oportunidades de mejora y se proponen actividades de pronta ejecución que no impliquen un costo elevado, que ayudarán considerablemente en la mejora de la eficiencia de los equipos, lo que se reflejará en una mejora en tiempos, reducción del kWh actual de la operación de los equipos y la calidad de los productos.

## RECOMENDACIONES

1. Llevar a cabo el enfoque del mantenimiento de la empresa en un mantenimiento de tipo preventivo, con inversiones a corto y mediano plazo programadas de acuerdo al presupuesto, que permita mediante la ejecución de las acciones descritas en la propuesta; tales como el mantenimiento de los equipos de producción y la eliminación de fugas de refrigerante en el sistema lo que representa actualmente uno de los costos de operación más altos de la planta.
2. Reemplazo del compresor actual, para decrecer el consumo energético es necesario contar con un compresor más eficiente. Conforme se incrementa la capacidad se incrementa la eficiencia.
3. Reducción de las pérdidas por calor ambiental, las máquinas de hielo más grandes tienden a tener compartimientos fríos, con menos área de superficie expuesta al ambiente por unidad de producción de hielo y usualmente tienen compartimientos fríos mejor aislados. La reparación de los techos, las paredes y de la empresa ayudará a evitar el ingreso de calor desde el exterior, ya que en la actualidad se encuentran demasiado deteriorados.

4. El consumo energético es igual a la demanda de energía dividido por el rendimiento del sistema es por eso que se debe enfocar los esfuerzos para una reducción de los consumos energéticos en tres líneas principales que son: características operacionales y funcionales del equipo, características de la envolvente térmica del edificio y coeficiente de eficiencia de los equipos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. *CHEZPIK GARCÍA, Adys. Tecnología de gestión eficiente de la energía planta de hielo.* Cuba: McGraw Hill, 2007. 160 p.
2. GONZÁLEZ, Alberto. *Administración de obras.* 2a ed. Guatemala: McGraw Hill, 2004. 121 p.
3. RAMÍREZ LÓPEZ, Mario Roberto. *Diseño de un sistema de iluminación y ventilación para una empresa de moldes plásticos, en el área de producción.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2007. 127 p.
4. Trabajo Cátedra: Ingeniería de Métodos. *Propuesta para la mejora del manejo del material en la empresa de fabricación de hielo Hielotec C.A. mediante la aplicación del estudio de Ingeniería de Métodos.* República Bolivariana de Venezuela. Ciudad Guayana. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José De Sucre”. 2010. 124 p.

